

B 23
6
412
BLIOTECA NAZIONALE
ENTRALE - FIRENZE

Digitized by Google

STORIA NATURALE, GENERALE E PARTICOLARE

DEL SIG. CONTE

DI BUFFON

Intendente del giardino del Re, dell'Accademia Francese, e di quella delle Scienze ec.

TOMO VI.

INTRODUZIONE ALLA STORIA DE' MINERALI.



IN VENEZIA MDCCLXXXVII.

DALLE STAMPE DI ANTONIO ZATTA,

CON APPROVAZIONE, E PRIVILEGIO.

Digitized by Google

B°23.G.412

STORIA NATURALE.

INTRODUZIONE ALLA STORIA DE' MINERALI.

PARTE ESPERIMENTALE.

MEMORIA TERZA.

Osservazioni sulla natura della Platina.

SI è veduto poc'anzi che, fralle sostanze da me esaminate, non già le più dense, ma bensì le meno fusibili richiedono maggior tempo per ricevere, e perdere il calore; e che il ferro, e lo smeriglio, che sono le materie metalliche più difficili a fondersi, si scaldano eziandio, e si raffreddano più lentamente dell'altre. La platina è la sola nella Natura che potrebbe più agevolmente essere penetrata dal calore, e insieme conservarlo più a

lungo del ferro. Queſto metallo, di cui non è molto che ſe ne diſcorre, ſembra il più difficile a fonderſi; perciocchè il fuoco de' migliori forni non è violento quanto baſti a produrre queſt' effetto, anzi nemmeno valevole ad unirne i piccoli grani, i quali tutti ſono angolari, ottuſi, duri, e nella forma ſomiglianti d' aſſai ad una groſſa limatura di ferro, di colore però alquanto giallognolo. E quantunque queſti ſi poſſano, ſenza l' aggiunta di altro fondente, rendere liquidi, e ridurre in maſſa mediante il fuoco d' un buono ſpecchio uſtorio; non è perciò, che la platina non eſiga maggior calore che la miniera, e limatura di ferro, le quali ai forni delle noſtre fucine agevolmente liquefacciamo. Dall' altra parte, eſſendo la platina molto più denſa del ferro; le due qualità di denſezza, e di reſiſtenza alla fuſione s' uniſcono in queſta materia, e rendonla meno di tutte l' altre acceſſibile ai progreſſi del calore. Mi perſuado dunque che la platina occuperebbe il primo luogo della mia Tavola, e poſta ſarebbeſi prima del ferro, ſe aveſſi potuto ſperimentarla, ma non m'è ſtato poſſibile il procacciarmene un globo del diametro d' un pollice, perchè la medeſima non ritrovaſi che in grani (1), e sì ancora

(1) Un uomo degno di fede mi ha aſſicurato però che ritrovaſi alcune volte della pla-

cora perchè quella che potrebbesi avere in massa non è pura, essendovisi, affine di fonderla, aggiunte altre materie, che ne hanno alterata la natura. Uno de' miei amici (1), uomo di molto spirito, che ha la bontà di spesso prender parte nelle mie idee, mi diede l'occasione di fare alcune ricerche su di questa sostanza metallica per anco rara, e non ben conosciuta. I Chimici che hanno lavorato dietro la platina, la risguardarono come un metallo nuovo, perfetto, di suo genere, particolare, e diverso da tutti gli altri, e dippiù ci assicurarono che il suo peso sia a un di presso eguale a quello dell'oro; dal quale per altro questo ottavo metallo essenzialmente differisce perchè non ha l'istessa duttilità, nè la stessa fusibilità. Io confesso d'essere d'opinione diversa, anzi del tutto opposta; poichè una materia, cui manchi la duttilità, e la fusibilità, non debb'essere posta nel novero de' metalli, le proprietà essenziali, e comuni dei quali sono ap-

platina in massa, della quale egli stesso ne aveva un pezzo di venti libbre non mai stato fuso, ma cavato dalla miniera medesima.

(1) Il Sig. Conte de la Billarderie d'Angivillers dell'Accademia delle Scienze, Intendente *in sopravvivenza* del Giardino e Gabinetto del Re.

appunto la fusibilità, e la duttilità; nè la platina dopo l'esame ch'io ho potuto farne mi è sembrata essere un nuovo metallo, differente da tutti gli altri, ma bensì un miscuglio, una composizione di ferro, e d'oro formata dalla Natura, nella quale la quantità dell'oro parmi superare quella del ferro: ecco i fatti su i quali credo di poter appoggiare questa opinione.

Di otto once, e trentacinque grani di platina somministratami dal Sig. d'Angivillers ch'io ho avvicinato ad una forte pietra di calamita, non ne rimase che un'oncia, una dramma, e ventinove grani; essendosi la calamita portato via tutto il resto all'incirca di due dramme; le quali si sono ridotte in polvere, che attaccata ai fogli di carta, gli ha profondamente anneriti, come dirò in seguito. Se dunque presso a sei settimi del totale vennero attratti dalla calamita, questa quantità tanto considerabile, relativamente al tutto, ci obbliga a credere che il ferro entri nell'intima sostanza della platina; e che v'entri in buondato. V'ha di più; ed è, che se io annojato non mi fossi di queste sperienze, le quali durarono parecchi giorni, avrei fatto attrarre dalla calamita una gran parte ancora di quanto rimaneva delle otto once, perciocchè, quando s'è ritirata la calamita, osservavasi ch'essa ne andava distaccando ancor qualche grano a uno a uno, ed alcuna volta fin a

due

due insieme. Evvi dunque nella platina molto ferro, nè con essa ritrovasi semplicemente mischiato come materia estranea, ma unito intimamente fino a formar parte della sua sostanza; o se ciò negar vogliasi, bisognerà supporre che nella Natura esista un' altra materia, sulla quale, siccome sul ferro, operi la calamita, la qual supposizione gratuita verrà distrutta dagli altri fatti ch'io sono per riferire.

Tutta la platina ch'io ho avuto occasione di esaminare, mi parve frammischiata di due materie differenti; una nera, e molto amica della calamita; l'altra in più grossi grani d'un bianco livido, un po' giallastro, e molto meno magnetica della prima; tra le quali due materie, che sono gli estremi di questa specie di misto, si ritrovano tutte le gradazioni intermedie tanto per riguardo al magnetismo, quanto rispetto al colore, ed alla grossezza de' grani. I più magnetici, che nel tempo stesso sono e più neri, e più piccioli, facilmente si riducono in polvere con uno sfregamento assai leggiero, e tingono la carta bianca del colore medesimo ch' il piombo strofinatovi. Di fatti i sette fogli di carta, di cui ci siamo successivamente serviti per presentare la platina all' azione della calamita, s'annerirono in tutta l' estensione occupata dalla medesima, gli ultimi meno dei primi, a misura ch' essa si andava separando, e che i grani che rima-

nevano erano meno neri, e meno magnetici. I grani più groſſi, che ſono i più coloriti, e meno magnetici, invece di ridurſi in polvere come i piccoli grani neri, ſono duriſſimi; e comechè reſiſtenti a qualunque triturazione, ſcorgonſi nondimeno ſuſcettibili di maggior eſtenſione, ſe ponganſi in un mortajo d'agata (1) e ſotto i colpi replicati d'un piſtello d'egual materia. Con tal mezzo io ne ho ſchiacciato ed allungato molti grani fino al doppio, e al triplo dell'eſtenſione della loro ſuperficie; ciocchè dimoſtra eſſervi nella platina un certo grado di malleabilità, quantunque la porzione nera non ſembri duttile, nè malleabile. I grani intermedj partecipano delle qualità de' due eſtremi; ſono crudi, e duri, romponſi più difficilmente, o s'allungano ſotto i colpi del piſtello, e ſomminiſtrano un poco di polvere nera bensì, ma molto meno della prima.

Avendo raccolta queſta polvere nera, e i grani più magnetici che la calamita aveva in ſulle prime attratti, riconobbi che il tutto era vero ferro, in uno ſtato però differente dall'ordinario. Perciocchè, ſe il ferro

---

(1) *Nota*. Non ho voluto diſtenderli ſull' acciajo per paura di comunicar loro più magnetiſmo di quello che hanno naturalmente.

ro si riduce in polvere, o in limatura, si carica di umidità, facilmente irrugini∫ce, ed a misura che vien preso dalla ruggine, perde della sua qualità magnetica, che svanisce assolutamente allorquando è interamente, ed intimamente arrugginito; laddove questa polvere di ferro, o per dir meglio, questa sabbia ferigna che ritrovasi nella platina, per quanto rimanga esposta all' umido, non è soggetta alla ruggine: essa è innoltre meno fusibile, e meno d'assai solubile che 'l ferro ordinario, lo che ugualmente accade al ferro, il quale dall'ordinario non varia che per una maggior purezza. E realmente questa sabbia altro non è che ferro assolutamente spogliato di tutte le parti combustibili, saline, e terrestri, che scorgonsi nel ferro ordinario, e nell'acciajo medesimo; se non che codesta vestita sembra, e ricoperta d'una vernice vetrina, che la difende da qualunque alterazione. Degnissimo poi di considerazione si è che questa sabbia di ferro puro non si ottenga soltanto dalla miniera di platina ad esclusione delle altre, avendone io ritrovato, benchè sempre in poca quantità in molti luoghi, ove erano state scavate le miniere del ferro che si lavora nelle mie ferriere. Siccome però io sono avvezzo a replicatamente sperimentare tutte le miniere prima di passare a servirmene in grande all'uso de' miei fornelli, restai non poco soprassatto in vedere che al-

cune di queſte miniere, che ſono tutte in grani, e neſſuna delle quali è attratta dalla calamita, contenevano nondimeno delle particelle di ferro ritondette, e lucenti come la limatura di ferro, e pochiſſimo diverſe dalla ſabbia ferrigna della platina tutte ſimilmente magnetiche, poco fuſibili, e difficilmente ſolubili: tale fu il riſultato del paragone ch' io ho fatto della ſabbia della platina, e di queſta trovata in due delle mie miniere di ferro alla profondità di tre piedi, ed in terreni facilmente penetrabili dall' acqua. E poichè io non potevo concepire ſenza ſtento donde poteſſero derivare queſte particelle di ferro; come eſſe aveſſero potuto difenderſi dalla ruggine dopo d' eſſere ſtate per qualche ſecolo eſpoſte all' umido della terra, e finalmente come queſto ferro, magnetico quanto mai, poteſſe aver avuto origine nelle vene di miniere niente affatto magnetiche, mi rivolſi all' eſperienza, e coll' ajuto della medeſima mi ſono ſu queſto punto ſchiarito quanto baſtava per eſſerne ſoddisfatto. Sapeva io già, per un gran numero d' oſſervazioni, che neſſuna delle noſtre miniere di ferro in grani può eſſere attratta dalla calamita: era altresì perſuaſo, come anche preſentemente lo ſono, che tutte le miniere di ferro magnetiche acquiſtarono quella proprietà dall' azione del fuoco; che le miniere del Settentrione, le quali tanto poſſeggono di queſta forza magne-

gne-

gnetica, che per rintracciarle si valgono della bussola, riconoscono anch'esse la loro origine dall' elemento del fuoco, laddove tutte le nostre miniere in grani che non sono nient'affatto magnetiche, non hanno sofferta giammai l'azione del fuoco, e non sono state formate che col mezzo, o interponimento dell'acqua. Ho dunque pensato che codesta sabbia ferrigna, e magnetica ch' io trovava in piccola quantità nelle mie miniere di ferro, dovesse la sua origine al fuoco; nella quale idea io mi sono confermato dopo d'averne esaminato il sito. Il terreno in cui ritrovasi questa sabbia magnetica è un bosco, nel quale fino da' tempi più rimoti v'erano, ed anche presentemente vi sono fornelli di carbone; sito in cui probabilmente te saranno successi degli incendj considerevoli. Il carbone, e la legna bruciati in gran quantità producono la scoria di ferro, la quale racchiude la parte più fissa del ferro contenuto ne' vegetabili; e questo ferro fisso egli è appunto quello che forma la sabbia sopraccennata, qualora la scoria, per l'azione dell'aria, del Sole, e delle pioggie, venga a scomporsi; perciocchè allora le particole del ferro puro niente soggette alla ruggine, o a qualsivoglia altra specie d'alterazione, via lasciansi dall'acqua trasportare, e con essa insinuansi nella terra fino alla profondità di qualche piede. Quanto ho quì detto si potrà verificare pistando della

scoria di ferro bene abbruciata; poichè vi si ritroverà sempre per entro una piccola quantità di ferro puro, la quale stata essendo refrattaria all' azione del fuoco, resiste ugualmente a quella de' dissolventi, e non si lascia prendere dalla ruggine (1).

Dopo d'essermi su questo punto soddisfatto, e d'aver insieme la sabbia cavata dalle mie miniere del ferro e della scoria del medesimo con quella della platina paragonate quanto bastasse a non poter dubitare della loro

(1) Ho osservato nel Gabinetto di Storia Naturale delle sabbie ferruginose della stessa specie di quella delle mie miniere, le quali mi sono state mandate da diversi siti, e sono egualmente magnetiche. Se ne ritrova a Quimper in Brettagna, nella Danimarca, nella Siberia, a San Domingo; ed avendole messe tutte al confronto, ho veduto che la sabbia ferrigna di Quimper rassomigliava più alla mia, dalla quale non era diversa che nel peso specifico alquanto maggiore. Quella di San Domingo è più leggiera, quella di Danimarca è meno pura e più frammischiata di terra; quella di Siberia è in massa ed in pezzi grossi come un dito, sodi pesanti ed obbedienti alla calamita quanto il ferro puro. Non è dunque presumibile che queste sabbie magnetiche, prodotte dalla scoria

loro identità; fatto riflesso allo specifico peso della platina, non vi volle gran tempo a pensare, che, se questa sabbia di ferro puro prodotta dalla decomposizione della scoria del medesimo, invece di essere in una miniera di ferro, ritrovata si fosse in vicinanza d'una miniera d'oro, essa, unendosi a quest'ultimo metallo, formato avrebbe una lega, la quale sarebbe stata assolutamente della stessa natura della platina. Si sa che l'oro, e il ferro hanno un buon grado d'affinità, e che una piccola quantità d'oro trovasi in quasi tutte le miniere di ferro. Inoltre non è ignota l'arte di dare all'oro la tinta, il colore, e perfino la crudezza del ferro col fonderli insieme, del qual oro color di ferro noi ci serviamo a variamente colorare i diversi lavori d'oro, così detti *bijoux*. Quest'oro unito al ferro riesce più o meno grigio, più o meno crudo giusta la quantità di ferro che entra nella mescolanza; ed io ne ho veduto d'una tinta assolutamente simile al color della platina. Avendo

---

ria di ferro trovinsi tanto comunemente, quanto la scoria stessa, ma solo in quantità assai minore. Egli è raro che se ne ritrovino ammassi un poco considerabili; e questo è il motivo per cui esse sfuggirono le ricerche della maggior parte dei Mineralogi.

do chiesto ad un Orefice qual fosse la proporzione dell' oro, e del ferro in codesta lega egli m' ha detto che di 24. caratti l' oro non arrivava che a diciotto, e che vi entrava un quarto di ferro, la qual proporzione, se giudicarne vogliamo dal peso specifico, la vedremo quasi uguale a quella, che trovasi nella platina naturale. E siccome quest' oro frammischiato col ferro è più duro, più crudo, e specificamente più leggiero del puro, perciò tutte queste rassomiglianze e qualità comuni colla platina m' hanno persuaso che questo preteso metallo altro non sia veramente che una composizione d' oro, e di ferro, non mai una sostanza particolare, un metallo nuovo, perfetto, e differente da tutti gli altri, come i Chimici hanno preteso.

Noi possiamo altronde rissovvenirci che la lega comunica crudezza a tutt' i metalli, e che qualora segua in essi penetrazione, cioè accrescimento di peso specifico, tanto più cruda si fa la composizione, quanto maggiore è la penetrazione, è più intima la mescolanza, come scorgesi nella lega così detta *metallo di campane*, quantunque formata essa sia da due metalli per se duttilissimi. Ora, niente essendo più crudo, nè più pesante della platina, ciò avrebbe dovuto farcela supporre una lega fatta dalla Natura, un miscuglio di ferro e d' oro, il cui peso specifico deriva in parte da quest' ulti-

mo-

mo metallo, ed in gran parte ancora dalla penetrazione delle due materie, ond' è formata.

Questo peso specifico della platina non è però sì grande, come i nostri Chimici l' hanno divulgato. Codesta materia trattata a solo, e senza aggiunta di verun fondente, essendo assai difficilmente riducibile in massa, poichè al fuoco dello specchio ustorio non se ne possono ottenere che masse picccolissime, ed essendo le sperienze idrostatiche fatte su piccoli volumi tanto difettose che non se ne può far caso niente, m' è parso che siasi preso abbaglio nello stabilirne il peso specifico. Ho posto in un piccolo tubo di penna della polvere d'oro, cui pesai con iscrupolosa esattezza; nello stesso canalletto posi anche un ugual volume di platina, e vidi ch' essa pesava quasi una decima parte meno che la polvere d' oro, la quale era per altro troppo fina d' assai in confronto della platina. Il Sig. Tillet, che ad una profonda cognizione de' metalli accoppia il raro talento di far delle sperienze colla maggior precisione, ha volentieri rifatto a mia istanza quella del peso specifico della platina relativamente all' oro puro. A questo fine si è anch' esso servito d' un tubetto di penna; ed avendo colle cesoje fatto tagliare l' oro di 24. carati e ridurlo per quanto era possibile alla grossezza de' granelli della platina, dopo otto ripetute sperienze ritrovò che il peso

ſo della platina da quello dell' oro puro variava all' incirca d' un quindiceſimo; noi abbiamo però amendue oſſervato che i grani d' oro tagliati colle ceſoje avevano gli angoli aſſai più acuti che la platina, la quale eſaminata colla lente s' accoſtava molto alla forma de' ſaſſolini condotti dall' acque, gli angoli de' quali ſono ottuſi: eſſa è inoltre meno aſpra al tatto, laddove i grani dell' oro tagliato colle ceſoje avevano degli angoli acuti, e delle punte taglienti per modo, che collocare non ſi potevano, nè adattare gli uni ſopra gli altri sì agevolmente come quelli della platina; mentre all' oppoſto la polvere d' oro, di cui mi ſono valſo era dell' oro in pagliuzze quale ritrovaſi nella ſabbia de' fiumi. Queſte pagliuzze s' adattano molto meglio le une ſulle altre; e comechè tra queſte, e la platina io abbia trovata la differenza del peſo ſpecifico all' incirca d' un decimo, eſſe non ſono però ordinariamente d' oro puro, mancandogliene bene ſpeſſo più di due o tre carati, ciò che nella ragione iſteſſa diminuire ne deve lo ſpecifico peſo. Il perchè tutto ben conſiderato, ed inſieme paragonato, abbiam creduto di poter giuſtamente attenerci al riſultato delle mie ſperienze ed aſſicurare che la platina in grani tal quale è prodotta dalla Natura, è a dir poco un undiceſimo, od un dodiceſimo meno peſante dell' oro. Queſto errore di fatto per rapporto alla ſolidità della platina; ſecondo ogni

ogni apparenza deriva dal non averla pesata nel suo stato naturale, ma soltanto dopo averla ridotta in massa: e siccome questa fusione non può aversi se non coll'aggiunta di altre materie, e col mezzo d'un fuoco violentissimo, essa non è già più platina pura, ma bensì un composto, penetrato dalle materie fondenti, e spogliato per mezzo del fuoco dalle parti più leggiere.

Così la densità della platina invece di essere uguale, o quasi uguale a quella dell' oro, come la pretesero alcuni Autori che scritto ne hanno, essa non è che media tra quella dell'oro, e quella del ferro, avvicinantesi però un po' più a quella di questo primo metallo, che a quella del secondo. Supponendo adunque che il piede cubico d' oro pesi mille trecento ventisei libbre, e quello del ferro puro cinquecento ottanta; quello della platina in grani si troverà pesare incirca mille cento novantaquattro libbre, il che, quando non vi sia penetrazione, sarebbe supporre che in questa lega vi avesse più di tre quarti d'oro sopra un quarto di ferro: ma siccome colla calamita se ne attraggono sei settimi, vi avrebbe luogo a credere che il ferro v'entrasse in quantità maggiore di un quarto, tanto più che persistendo in questa sperienza, io sono persuaso che s'arriverebbe con una forte calamita a levare fino all'ultimo grano tutta la platina. Non devesi però quindi conchiudere

che

che il ferro vi si contenga in una quantità così grande, poichè allorquando questa lega si unisce all'oro per mezzo della fusione, ne risulta una massa, la quale quantunque poco ferro contenga, viene attratta dalla calamita. Ho veduto io stesso nelle mani del Sig. Baumè una verghetta di questa lega del peso di sessantasei grani, nel quale v'entravano soli sei grani, cioè un undecimo di ferro, eppure obbediva facilmente all'azione d'una buona calamita. Ciò posto, potrebbe la platina benissimo contenere un solo undecimo di ferro sopra dieci d'oro, e ciò non ostante produrre gli stessi fenomeni, cioè venir totalmente attratta dalla calamita, il che perfettamente concorderebbe collo specifico peso, ch'è un dodicesimo minore di quello dell'oro.

Quello però che m'induce a credere che la platina contenga più d'un undecimo di ferro sopra dieci d'oro, si è che la lega risultante da questa proporzione conservasi ancora color d'oro, e assai più gialla della platina più colorita, e acciocchè essa riesca precisamente del color naturale della platina, abbisogna d'un quarto di ferro sopra tre quarti d'oro: quindi è che io inclino moltissimo a pensare che nella platina esista realmente questa quantità d'un quarto di ferro. E dopo parecchie sperienze io ed il Sig. Tillet ci siamo assicurati che la sabbia di questo ferro puro contenuto nella platina è

più

più pesante della limatura del ferro ordinario ; questa causa unita all'effetto della penetrazione basta a rendere ragione della gran quantità di ferro contenuta sotto il piccolo volume indicato dallo specifico peso della platina .

Del resto, siccome io non fui mai in istato di così profondamente esaminare la cosa, come avrei desiderato, egli è perciò possibilissimo che in alcuna delle conseguenze che mi è parso dover dedurre dalle mie osservazioni risguardanti questa sostanza metallica, ingannato mi sia. Quanto ho detto però è quello che mi è caduto sott' occhio, e che forse potrà giovare a spargere maggior luce su questa materia.

Prima Aggiunta.

Io era appunto in procinto di pubblicare questi miei foglj, quando avendo a caso comunicato le mie idee sulla platina al Signor Conte de Milly molto intendente di Fisica , e di Chimica , n' ebbi in risposta che dalla natura di questo minerale esso portava opinione poco o niente diversa dalla mia. Mandai allo stesso la suddetta Memoria da esaminare : ed egli dopo due giorni ebbe la bontà d' inviarmi le osservazioni seguenti ch' io credo buone quanto le mie , e che egli medesimo m' ha permesso di pubblicare unitamente.

„ Pe-

„ Pesai esattamente trentasei grani di pla-
„ tina , e dopo d'averla stesa su d'un fo-
„ glio di carta bianca per poterla meglio os-
„ servare con una buona lente, vi ho scor-
„ to , o almeno ho creduto di scorgervi as-
„ sai distintamente tre sostanze differenti :
„ la prima , che era la più abbondante ,
„ aveva lo splendore metallico ; la seconda
„ vetriforme tendente al nero rassomigliava
„ d'assai a una materia metallica ferrigna
„ che abbia sofferto un grado di fuoco con-
„ siderabile , come appunto le scorie di fer-
„ ro volgarmente dette *schiuma di ferro* ;
„ la terza meno copiosa delle prime due ,
„ era una sabbia d'ogni colore, nella quale
„ però soverchiava il giallo , ossia il color
„ di topazio. Ciascun grano di sabbia consi-
„ derato a parte rappresentava de' cristalli
„ regolari di diversi colori, ed io ne scoprii
„ perfino de' cristallizzati in forma di aghi
„ esagoni, terminanti in piramidi, come il
„ cristallo di monte ; onde altro non m'è
„ sembrata questa sabbia se non uno sminuz-
„ zamento di cristalli di monte, o di quarzo
„ di diversi colori.

„ Mi sono proposto di dividere colla pos-
„ sibile esattezza queste differenti sostanze
„ per mezzo della calamita , di separarne
„ quella parte ch'era più facilmente attrat-
„ ta da quella che lo era meno, e finalmente
„ da quella ch'era nè punto nè poco magne-
„ tica , per poi in seguito esaminare ciascuna

„ di

„ di esse, e sottoporla a diverse prove chi-
„ miche, e meccaniche.

„ Ho messo a parte le particelle della platina, ch' erano state attratte con prestezza alla distanza di due o tre linee, cioè, senza il contatto della calamita, e per tale sperimento mi sono valso d' una buona calamita fattizia del Sig. Abbate . . . . Toccai in seguito colla medesima il metallo, e tolsi via, e posi di per se tutto ciò che ha voluto cedere allo sforzo magnetico. Pesai poscia il rimanente che quasi non poteva più essere attratto, e questa materia del tutto nitrosa, ch' io chiamerò *num.* 4., pesava ventitre grani: la più amica della calamita, *num.* 1., pesava quattro grani: quella del *num.* 2. anch' essa quattro grani; e cinque quella del *num.* 3.

„ Quella del *num.* 1. esaminata colla lente non dimostrava che un miscuglio di particelle metalliche d' un bianco imperfetto accostantesi al grigio, schiacciate, e ritondate a guisa di sassolini, o di sabbia nera vetriforme, somigliante alla schiuma di ferro pista, in cui scorgevansi delle parti affatto arrugginite, e a dir breve simili a quelle che veggiamo nelle scorie di ferro state esposte all' umido.

„ Quella del *num.* 2. ci offeriva a un di presso la stessa cosa, se non che fra le parti metalliche, le quali vi si ritrovava-

„ no

„ no in copia maggiore, pochiſſime erano
„ arrugginite.

„ Quella del *n.* 3. era la medeſima coſa;
„ ma le parti metalliche erano più volumi-
„ noſe, e raſſomigliavano ad un metallo fu-
„ ſo, e gittato nell' acqua a fine di divider-
„ lo in acini: eſſe erano inoltre ſchiacciate,
„ e capaci di prendere qualunque configura-
„ zione, ma tonde nei margini come ſaſſo-
„ lini che foſſero ſtati rotolati, e levigati
„ dall' acque.

„ Quella del *num.* 4., che non era ſtata
„ attratta dalla calamita (ſebbene alcune
„ parti di eſſa indicaſſero ancora qualche
„ ſenſibilità al magnetiſmo, ogni qualvolta
„ ſi faceva ſcorrere la calamita ſulla carta
„ ove erano diſteſe) era una meſcolanza di
„ ſabbia, di parti metalliche, e di vera
„ ſcoria di ferro, friabile ſotto le dita che
„ anneriva come la ſcoria di ferro ordina-
„ ria. Queſta ſabbia ſembrava compoſta di
„ piccoli criſtalli di topazio, di corniola,
„ e di criſtallo di monte, ed avendone pi-
„ ſtato qualche criſtallo fu di un pezzo d' ac-
„ ciajo, codeſto reſe una polvere ſimile al-
„ la vernice polverizzata: lo ſteſſo feci col-
„ la ſcoria di ferro, la quale ſi ſchiacciò
„ colla maggior facilità, e mi preſentò all'
„ occhio una polvere nera ferrigna, che
„ niente meno della ſchiuma ordinaria anne-
„ riva la carta.

„ Le particelle metalliche di queſt' ulti-

„ ma

„ ma materia (*nu.* 4.), mi parvero più ce-
„ denti al martello di quelle del *num.* 1.,
„ locchè me le ha fatte supporre contenen-
„ ti meno ferro delle prime. Di quì ne
„ siegue che la platina potrebbe benissimo
„ altro non essere se non un miscuglio di
„ ferro, e d'oro fatto dalla Natura o fors'
„ anche per l'opera degli uomini, come di-
„ rò in appresso.

„ Io m'ingegnerò d'esaminare per tutt' i
„ versi possibili la natura della platina, se
„ potrò procurarmene una quantità sufficien-
„ te: intanto ecco le esperienze che ne ho
„ fatte.

„ Per assicurarmi dall' esistenza del ferro
„ nella platina coll'ajuto di mezzi Chimi-
„ ci, presi li due estremi, cioè il *num.* 1.
„ moltissimo magnetico, ed il *n.* 4. che non
„ lo era punto. Li bagnai collo spirito di
„ nitro alquanto fumante; nè, osservandone
„ l'esito colla lente, vi potei scorgere mo-
„ vimento alcuno d' effervescenza: vi ag-
„ giunsi dell'acqua distillata, ma non si vi-
„ de perciò alcun movimento, sol che le par-
„ ti metalliche mutarono colore, ed acqui-
„ starono un nuovo lucido simile a quello
„ dell'argento. Lasciai quieto questo miscu-
„ glio per cinque o sei minuti, indi vi ag-
„ giunsi nuova acqua, ed appena vi aveva
„ fatte cadere alcune gocce del liquore alca-
„ lino saturato colla materia colorante dell'

„ az-

„ azzurro di Pruſſia, che il *n.* 1. mi diede
„ un belliſſimo blù di Pruſſia.

„ Avendo fatto lo ſteſſo ſperimento ſul
„ *n.* 4., queſto comechè reſiſtente all' azione
„ della calamita, e dello ſpirito di nitro,
„ mi offrì anch' eſſo come il *n.* 1. un belliſ-
„ ſimo blù di Pruſſia.

„ Due coſe ſingolariſſime ſono da oſſer-
„ varſi in queſte ſperienze. 1. Ella è coſa
„ fuor d' ogni dubbio fra i Chimici che han-
„ no trattato della platina, che l' acqua for-
„ te, o lo ſpirito di nitro non eſercita ſul-
„ la medeſima azione alcuna, eppure come
„ or' ora s' è veduto ſe ne diſcioglie, quan-
„ tunque ſenza effervеſcenza, una quantità
„ baſtevole a produrre il blù di Pruſſia, to-
„ ſtochè vi ſi aggiunga del liquore alcalino
„ flogiſticato, e ſaturato della materia co-
„ lorante che, come ognun ſa, precipita il
„ ferro in blù di Pruſſia.

„ 2. La platina che non è ſenſibile alla
„ calamita, contiene niente meno di ferro;
„ poichè lo ſpirito di nitro ſenza produrre
„ effervеſcenza ne diſcioglie quanto baſta per
„ formare del blù di Pruſſia.

„ Quindi è che queſta ſoſtanza riſguarda-
„ ta come un ottavo metallo da' Chimici
„ moderni forſe troppo amanti del maravi-
„ glioſo, e del nuovo, potrebbe beniſſimo
„ eſſere, ſiccome ho già detto, nulla più
„ che una meſcolanza d' oro, e di ferro.

„ Re-

„ Resterebbono ora a farsi molte sperien-
„ ze per poter decidere come abbia potuto
„ formarsi questa mescolanza; s'essa sia e in
„ qual modo opera della Natura; oppure se
„ debbasi considerare come il prodotto di
„ qualche volcano, o semplicemente degli
„ sforzi che gli Spagnuoli fecero nel nuovo
„ Mondo per trarre l'oro dalle miniere del
„ Perù: ma di questo parlerò nel progresso
„ delle mie congetture.

„ La platina naturale strofinata su un pan-
„ nolino bianco, s'annerisce alla stessa ma-
„ niera della schiuma di ferro ordinaria;
„ ciocchè mi ha fatto supporre che, que-
„ ste parti del ferro ridotte in iscoria per
„ avere sofferta l'azione d'un fuoco vio-
„ lento, realmente esistano nella platina,
„ e che da esse la medesima ne tragga il
„ colore. Avendo inoltre per la seconda
„ volta esaminata colla mia lente della pla-
„ tina, vi osservai diversi globetti d'argen-
„ to vivo, e questo m'indusse a pensare,
„ che la platina potrebbe anch'essere un
„ prodotto della mano degli uomini, ed ec-
„ co in qual modo.

„ La platina, per quanto mi fu detto, si
„ cava dalle più antiche miniere del Perù
„ scoperte dagli Spagnuoli dopo la conquista
„ del nuovo Mondo. In que' tempi rimoti,
„ due sole erano le maniere di cavar l'oro
„ dalle sabbie: la prima coll'unione del
„ mercurio; la seconda per mezzo della se-

„ parazione a secco. Trituravasi la sabbia „ zeppa d'oro unitamente al mercurio, e „ tosto che questo credevasi carico della „ maggior parte dell'oro, la sabbia, chia- „ mata *crassa* si rigettava come inutile, e di „ nissun valore.

„ Nè con maggior accorgimento facevasi „ la separazione a secco; poichè per intra- „ prenderla incominciavasi dal mineralizzare „ i metalli *auriferi* per mezzo dello zolfo, „ il quale non ha azione alcuna sull'oro, „ il cui peso specifico supera quello degli „ altri metalli. Per rendere poi più agevo- „ le la sua precipitazione vi si aggiunge „ del ferro in limatura, il quale attaccasi „ al solfo sovrabbondante; metodo pratica- „ to anche al dì d'oggi (1). La forza del „ fuoco vetrifica una parte di ferro, l'altra „ combinasi con una piccola porzione d'o- „ ro, ed anche d'argento, che lo mischia „ alle scorie, dalle quali non si può sepa- „ rarnelo senza replicare le fusioni ed esse- „ re instrutto degli intermedj opportuni pra- „ ticati dai Docimasti. La Chimica che si „ è a' nostri giorni perfezionata ci offre i „ mezzi, onde poter trarre quest'oro, e „ quest'argento in maggior copia; ma nel

„ tem-

(1) Vegganſi gli Elementi docimaſtici del Cramer; l'arte di trattar le miniere degli Scutter, Schindeler, ec.

„ tempo in cui gli Spagnuoli scavavano le „ miniere del Perù non possedevano certamente l'arte di servirsene col maggior „ profitto, e dall'altra parte essi avevano „ tante richezze a loro disposizione, che ve„ rosimilmente avranno negligentati quei „ mezzi che loro costati sarebbono stento, „ fatica, e tempo. Egli è quindi probabile „ che s'accontentassero della prima fusione, „ e le scorie le rigettassero come inutili, e „ che lo stesso praticassero ancora colla sab„ bia che avevano fatta passare per lo mer„ curio, del qual miscuglio forse se ne fa„ cevano un solo mucchio, da loro riputa„ to di nissun valore.

„ Codeste scorie contenevano ancora dell' „ oro, e molto ferro in differenti stati ed „ in varie proporzioni a noi sconosciute, „ ma tali forse che possano aver data l'ori„ gine alla platina. I globetti di mercurio „ da me osservati, e le pagliuzze d'oro che „ colla scorta d'una buona lente ho distin„ tamente scoperte nella platina che ho „ avuta nelle mani, hanno dato luogo alle „ idee che ora scrivo sull'origine di que„ sto minerale; non le comunico però se „ non come congetture azzardate, mentre „ per acquistare su ciò qualche certezza, „ sarebbe necessario sapere dove siano si„ tuate le miniere della platina; se sieno „ state scavate anticamente, se si cavi da „ un terreno nuovo, o anche da quello che

„ avanza dagli ſcavamenti di altre mate-
„ rie a qual profondità eſſa ritroviſi, ed in-
„ fine ſe vi ſia indizio che la mano degli
„ uomini abbiavi cooperato, o no. Tut-
„ to queſto potrebbe ſervire a verificare, o
„ a diſtrugge le da me avanzate congettu-
„ re (1).

RIFLESSIONI.

Queſte oſſervazioni del Sig. Conte de Milly confermano le mie in quaſi tutt' i punti. La Natura è una ſola: e tale preſentaſi a quelli che ſanno oſſervarla; quindi non deve recar maraviglia che ſenz' alcuna comunicazione abbia il Sig. de Milly meco vedute le ſteſſe coſe, e dedotta la medeſima conſeguenza, cioè, che la platina non è un nuovo metallo, ma un miſcuglio di ferro, e d'oro. E per conciliare ancora più le di lui oſſervazioni colle mie, e dileguare nel tem-

(1) Il Sig. Barone di Sickingen, Miniſtro dell'Elettor Palatino, ha detto al Sig. de Milly ch' egli aveva due Memorie mandategli dal Sig. Kellner, Chimico, e Metallurgo preſſo il Sig. Principe di Birckenfeld a Manheim, il quale eſibiſce di reſtituire alla Corte di Spagna quaſi tanto peſo d'oro quanto gli verrà accordato di platina.

tempo stesso i molti dubbj che rimangono riguardo all'origine, e formazion della platina, ho creduto necessario aggiungere le seguenti riflessioni.

1.° Il Sig. Conte de Milly distingue nella platina tre specie di materie, cioè due metalliche, e la terza non metallica di sostanza, e di forma di quartzi, o di cristalli: osservò egli pure che delle due materie metalliche, l'una molto e facilmente veniva attratta dalla calamita, l'altra pochissimo, o niente. Ho accennato ancor io queste due sostanze metalliche, ma non ho parlato della terza che non è metallica, perchè nella platina ch'io presi ad esaminare non ve ne aveva, o almeno pochissimo. Pare adunque che la platina, di cui s'è servito il Sig. de Milly, sia stata meno pura della mia, nella quale, dopo d'averla osservata con ogni diligenza, non ho scorto più che alcuni piccoli globi trasparenti a guisa di vetro bianco liquefatto, i quali essendo uniti alle parcelle di platina, o di sabbia ferrigna, lasciavansi unitamente trasportare dalla calamita. Questi globetti diafani erano in numero piccolissimo, ed in otto once di platina ch'io attentamente guardai, e feci osservare anche da altri con una finissima lente, non si sono veduti cristalli regolari. M'è parso anzi all'opposto che tutte le particelle trasparenti fossero globulose a guisa di vetro fuso, e tutte attaccate a parti me-

talliche, come la fcoria s' attacca al ferro quando fondesi. Contuttociò, ficcome io niente dubitava della verità dell' osservazione del Sig. de Milly, il quale aveva veduto nella sua platina delle particelle di quartzi, e di cristalli di forma regolare, ed in gran numero; ho creduto di non dovermi accontentare dell' esame della sola platina di sopra accennata. Avendone pertanto ritrovato nel Gabinetto del Re l' esaminai insieme al Sig. Daubenton dell' Accademia delle Scienze, ed in questa, che a tutti due è sembrata men pura della prima, ci riscontrammo di fatti un numero di piccoli cristalli prismatici, e trasparenti, alcuni color di rubino balascio, altri color di topazzo, ed altri infine perfettamente bianchi. Il Sig. de Milly non s' è dunque ingannato nella sua osservazione, ma questa dimostra soltanto che alcune miniere di platina sono più pure delle altre, e che nelle più pure non ritrovansi corpi estranei. Lo stesso Sig. Daubenton ha riconosciuti alcuni grani schiacciati al disotto, e al di sopra gonfj, e convessi come una goccia di metallo fuso raffreddata su un piano. Uno di questi grani emisferici l' ho veduto io medesimo assai distintamente, locchè potrebbe indicare che la platina fosse una materia fusa dal fuoco. Quello poi ch' è molto singolare si è che in questa materia fusa dal fuoco vi si ritrovano de' piccoli cristalli, de' topazj, e de' rubi-

bi-

bini; nè so se supporre si debba frode per parte di quelli che hanno somministrata quella platina, i quali per accrescerne la quantità, abbiano potuto frammischiarvi sabbie cristalline: giacchè, lo ripeto, questi cristalli io non ho potuto ravvisarli in più d'una mezza libbra di platina datami dal Sig. Conte d'Angivillers.

2.° Riscontrai ancor io come il Sig. de Milly le pagliuzze d'oro nella platina: esse si riconoscono facilmente dal colore, e dall'essere niente affatto magnetiche; non vi ho scorti però i globetti di mercurio che il Sig. de Milly ha veduti. Non è per questo ch'io voglia negar l'esistenza de' medesimi; sembrami solo che le pagliuzze d'oro, ritrovandosi nella stessa materia con questi globi di mercurio, ben presto s'amalgamerebbono, e non potrebbono ritenere il giallo color dell'oro ch'io ho osservato in tutte le pagliuzze che in una mezza libbra di platina ho potuto esaminare (1). Dall'altra parte i globetti trasparenti da me or'ora accennati, tanto rassomigliano ai globetti di mer-

(1) Ho trovato dopo in altra platina delle pagliuzze d'oro, le quali non erano gialle, ma brune, ed anche nere come la sabbia ferrugigna della platina, dalla quale probabilmente dipendeva questo color nerastro.

mercurio vivo, e ſplendente che a prima viſta è facile ingannarſi.

3.° Nella mia platina le particelle ſcolorite, ed arrugginite erano in quantità molto minore che in quella del Sig. Milly. Quella che cuopre la ſuperficie di queſte particelle non è propriamente ruggine ma bensì una ſoſtanza nera prodotta dal fuoco del tutto ſimile a quella che occupa la ſuperficie del ferro abbruciato. L'eſſere frammiſchiata di alcune particelle ferrigne, le quali per mezzo del martello ſi riducevano in polvere gialla, ed avevano tutt' i caratteri che competono alla ruggine, era una proprietà, che la mia ſeconda platina preſa nel Gabinetto del Re, aveva comune con quella del Sig. Conte de Milly: quindi è che, eguale eſſendo la platina del Gabinetto Reale a quella del Sig. de Milly, ſembra veriſimile che sì l'una come l'altra venute ſiano dallo ſteſſo luogo, e per lo ſteſſo mezzo; anzi ſuppongo che tutte due ſiano ſtate alterate, e meſcolate quaſi per metà con materie eterogenee, criſtalline, e ferrigne arrugginite, le quali non ſi ritrovano nella platina naturale.

4.° La produzione dell'azzurro di Pruſſia per mezzo della platina ſembra evidentemente provare l'eſiſtenza del ferro eziandio nella porzione di queſto minerale meno ſoggetta ad eſſere attratta dalla calamita;

e con-

e confermare nel tempo stesso ciò che io ho esposto rispetto all' intima unione del ferro colla sua sostanza. La mutazione di colore nella platina, per mezzo dello spirito di nitro, prova che, quantunque non vi abbia effervescenza sensibile, non lascia però quest'acido di agire sulla platina in una maniera evidente; e che gli Autori che ci hanno assicurati del contrario hanno seguìto la loro pratica ordinaria, la quale consiste nell' avere in nessun conto qualunque azione che non produca l' effervescenza. Queste due sperienze del Sig. de Milly mi sembrano interessantissime, e sarebbero anche decisive se riuscissero sempre alla stessa maniera.

5.° Ci mancano realmente molte cognizioni, le quali sarebbe mestieri d'avere per poter giudicare con sicurezza dell' origine della platina. Niente sappiamo della Storia Naturale di questo minerale; e non possiamo che caldamente pregare quelli che sono in istato d'esaminarla sul luogo, perchè ci comunichino le loro osservazioni; sforzati intanto a fermarci su congetture, delle quali alcune appena sembranmi più verisimili delle altre. Per esempio, io non credo che la platina sia opera degli uomini: gli abitatori del Messico, e del Perù possedevano bensì l'arte di fondere, e di travagliar l'oro prima dell' arrivo degli Spagnuoli, ma

non ancora conoſcevano il ferro del quale per altro avrebbono dovuto ſervirſi per fare delle abbondanti ſeparazioni a ſecco. Gli Spagnuoli ſteſſi ne' primi tempi che abitarono que' Paeſi, non v' introduſſero i fornelli per fondere le miniere di ferro: v' ha dunque tutta la ragion di credere ch' eſſi non ſianſi valſi della limatura di ferro per ſeparare l' oro, almeno nel principio dei loro travagli, l' epoca de' quali non è che di due ſecoli e mezzo, tempo troppo breve d' aſſai per una produzione così abbondante qual' è quella della platina, di cui ritrovaſene in parecchi luoghi, e in molta quantità.

Dall' altra parte, allorchè miſchiaſi dell' oro col ferro col fonderli inſieme, ſi può ſempre coi mezzi chimici ſepararneli, e trarne l' oro interamente: all' oppoſto i Chimici non hanno finora potuto ottenere una tal ſeparazione nella platina, nè determinare la quantità d' oro contenuta in queſto minerale, ciò ſembra provare che l' oro vi ſi ritrovi più intimamente unito che nella lega ordinaria, e che il ferro vi ſia, come ho detto, in uno ſtato differente da quello del ferro comune. Quindi la platina non mi ſembra opera dell' uomo, bensì un prodotto della Natura, anzi a mio credere, del fuoco de' volcani. Il ferro, abbruciato il più che ſi può, unito intimamente coll' oro per mez-

zo

zo della sublimazione, o della fusione può aver dato l'essere a questo minerale, il quale essendo stato da principio prodotto dall' azione d'un fuoco violentissimo, avrà poscia sofferto le impressioni dell'acqua, e i replicati sfregamenti dai quali avrà ricevuta la forma, che danno agli altri corpi, cioè quella de' sassolini rotolati per l'acque, e degli angoli ottusi. Potrebbe però anche darsi che l'acqua abbia da se sola formata la platina; perciocchè supponendo l'oro, e il ferro divisi quanto esser lo possono per la via umida, le loro molecole, riunendosi, avranno potuto formare i grani che la compongono, i quali dai più pesanti fino ai più leggeri contengono tutti porzione di oro, e di ferro. La proposizione del Chimico che si esibisce a rendere a un dipresso altrettanto oro, quanto li verrà consegnato di platina, sembrerebbe provare che in questo minerale non vi sia realmente più d' un decimo di ferro sopra dieci d'oro, e fors' anche meno. L'enunziato a un dipresso di quel Chimico probabilmente è d'un quinto, o d' un quarto, nè sarebbe poco se anche entro questi limiti la sua promessa si verificasse.

SECONDA AGGIUNTA.

Ritrovandomi a Digione nella State del 1773., m'è sembrato che l'Accademia delle Scienze, e Belle-lettere di questa Città, della quale ho l'onore d'essere Membro, desiderasse di ascoltare le mie osservazioni sulla platina: io vi acconsentii tanto più volentieri, quanto che su d'una materia affatto nuova noi non possiamo mai prendere bastevoli informazioni, e pareri; e sì ancora perchè aveva luogo a sperare di ritrar qualche lume da una compagnia composta da gran numero di persone versatissime in ogni genere di Scienze. Fra queste il Sig. de Morveau, Avvocato generale del Parlamento in Borgogna, non meno eccellente Fisico, che grande Giureconsulto, stabilì di lavorar dietro la platina: ond'io gliene diedi una porzione di quella ch'io aveva fatta attrarre dalla calamita, ed una di quella ch'erasi mostrata insensibile al magnetismo, pregandolo di sottoporre questo particolar metallo a quel maggior fuoco che si fosse da lui potuto ottenere: qualche tempo dopo egli mi ha inviate le seguenti esperienze ch'egli medesimo ha creduto potersi unire alle mie.

SPE-

SPERIENZE *fatte dal Sig. de* MORVEAU *nel Settembre del* 1773.

„ Avendomi il Conte de Buffon, in un „ viaggio che fece a Digione in questa State „ del 1773., fatto osservare in una mezza „ dramma di platina inviatami dal Sig. Baumè fino nel 1768., de' grani in forma di „ bottoni, alcuni più piatti, ed altri neri, „ e squamosi; ed avendo per mezzo della „ calamita separato quelli che potevano essere attratti da quei che non davano al„ cun segno sensibile di magnetismo, mi „ provai di fare con entrambi il blù di „ Prussia. A questo fine versai dell'accido „ di nitro fumante sulle parti non magneti„ che, che pesavano due grani, e mezzo; „ sei ore dopo ho allungato l'accido con „ acqua distillata, e vi aggiunsi del liquore „ alcalino saturato di materia colorante, e „ non si ottenne un atomo di blù; solo la „ platina acquistò un non so che di più lu„ cido. Bagnai pure con dell'accido fuman„ te i trentatre grani e mezzo di residua „ platina, parte dei quali venivano attratti „ dalla calamita, ed allungato il liquore, „ dopo l'eguale spazio di tempo, il medesi„ mo alcali di Prussia ha precipitata una fe„ cula azzurra che copriva il fondo d'un „ vaso assai largo. Dopo questa operazione „ la platina era divenuta lucida quanto la

„ pri-

„ prima, e lavata, e disseccata mi convinse
„ ch' essa non aveva perduto più di un
„ quarto di grano, ossia $\frac{1}{138}$; ed indi esa-
„ minatola in questo stato, vi osservai un
„ grano d'un giallo assai bello, che ritrovai
„ essere una pagliuzza d'oro.

„ Il Sig. de Fourcy aveva allora recente-
„ mente pubblicato che la soluzione dell'o-
„ ro precipitava in turchino per mezzo dell'
„ alcali di Prussia: questo medesimo fatto
„ l'aveva egli esposto in una Tavola d'affi-
„ nità, allorchè mi è nato il desiderio di
„ ripetere questa sperienza: versai perciò
„ del liquore alcali flogistico in una solu-
„ zione d'oro purissimo, ma il colore di
„ questa soluzione non si mutò punto, lo
„ che mi ha fatto supporre che la soluzione
„ adoperata dal Sig. de Fourcy potesse esse-
„ re non troppo pura.

„ Ed avendomi nel tempo stesso il Sig.
„ Conte de Buffon mandato una non me-
„ diocre quantità d'altra platina, perchè ne
„ facessi alcune prove, divisai di separarla
„ da tutt'i corpi stranieri per mezzo d'una
„ buona fusione: eccovi il metodo da me
„ praticato, ed i risultati di esso.

PRI-

PRIMA SPERIENZA.

„ Avendo posto una dramma di platina
„ in una piccola coppella sotto il coperchio
„ del fornello descritto dal Sig. Macquer nel-
„ le Memorie dell' Accademia delle Scienze
„ dell' auno 1758., ed avendovi per due
„ ore mantenuto il fuoco, il coperchio si
„ abbassò, e liquefatti si videro i sostegni,
„ mentre la platina si trovò soltanto ammas-
„ sata, ed attaccata alla copella, sulla quale
„ aveva lasciate delle macchie color di rug-
„ gine: la platina che allora era divenuta
„ scolorita, ed alquanto nericcia non erasi
„ aumentata di peso, se non un quarto di gra-
„ no; quantità molto scarsa in proporzione
„ di quella che fu osservata da altri Chimici.
„ Questo mi sorprese tanto più, quanto che
„ la dramma di platina, siccome anche quel-
„ la che ho adoperato in tutte l'altre espe-
„ rienze, era stata successivamente attratta
„ dalla calamita, e formava porzione di sei
„ settimi delle otto once accennate dal Sig.
„ de Buffon nella Memoria precedente.

SECONDA SPERIENZA.

„ Una mezza dramma della stessa plati-
„ na esposta ad egual fuoco in una coppel-
„ la si era egualmente ammassata, ed at-
„ taccata fortemente alla medesima coppel-
„ la

„ la, fulla quale aveva lafciato alcune macchie color di ruggine: effa aveva la fuperficie egualmente nera, ed il fuo pefo fi è ritrovato accrefciuto quafi nella fteffa „ proporzione.

TERZA SPERIENZA.

„ Ripofi la fteffa mezza dramma in una „ nuova coppella, ma non coprii il foftegno col coperchio di fornello, bensì con „ un crogiuolo di piombo nero di Paffavia. „ Ebbi l'attenzione di non ufare per appoggio fe non vafi d'argilla pura, e moltiffimo refiftente, ficchè poteffi accrefcere l'intenfità del fuoco, e prolungarne la durata fenza timore di vedere liquefatti i vafi, e coperta dalle fcorie l'argilla: collocato così nel fornello queft' apparecchio, vi mantenni per quattro ore un fuoco violentiffimo; indi effendofi il tutto raffreddato „ ritrovai il crogiuolo intatto, ed unito totalmente all'appoggio per mezzo d'una faldatura vitrea; rotta la quale riconobbi „ niente effere penetrato nell' interno del crogiuolo, il quale fembrava foltanto più „ lucido di prima. La coppella che aveva ferbato la fua forma, e pofizione era alquanto feffa, non però quanto baftaffe a „ lafciarfi penetrare, e in oltre il bottone di platina non le era aderente ma foltanto ammaffato, benchè più ftrettamente

„ de-

„ della prima volta: i grani erano meno „ sporti in fuori, il colore più chiaro, e il „ lucido più metallico; ed il più rimarchevole si fu che nel tempo dell' operazione, e probabilmente nei primi istanti del „ raffreddamento, eransi sollevati tre getti „ di vetro, l' uno de' quali spiccato più alto, e perfettamete sferico era sostenuto „ da un picciuolo alto una linea della stessa „ materia trasparente, e vitrea. Questo picciuolo non era più d' un sesto di linea, „ mentre il globetto d' un color uniforme, „ con una leggiera tinta di rosa che niente toglieva della sua diafaneità, aveva „ una linea di diametro: degli altri due „ getti di vetro, il più sottile aveva un „ picciuolo eguale a quello del più grosso: „ il mezzano non ne aveva punto, e soltanto per la sua esterior superficie attaccavasi alla platina.

Quarta Sperienza.

„ Ho tentato di coppellare la platina, ed „ a questo fine collocai nella coppella una „ dramma di quei grani ch' erano stati attratti dalla calamita, con due dramme di „ piombo. Dopo d' avervi mantenuto per „ due ore un fuoco intensissimo, ritrovai „ aderente alla coppella un bottone coperto „ d' una crosta giallastra, alquanto spongosa, del peso di due dramme e dodici gra-

„ ni,

„ ni, locchè indicava esserſi la platina trat-
„ tenuta una dramma, e dodici grani di
„ piombo.

„ Avendo posto di nuovo il bottone in
„ un'altra coppella allo steſſo fornello, coll'
„ attenzione di rivoltarlo, eſſo, a un fuoco
„ di due ore, non perdette più che dodici
„ grani, e il ſuo colore, e la ſua forma can-
„ giarono ben di poco.

„ Applicai in ſeguito al medeſimo l'aria
„ d'un mantice dopo averlo collocato in una
„ nuova coppella chiuſa con un crogiuolo
„ di Paſſavia, e nella parte inferiore da un
„ fornello di fuſione, di cui aveva otturato
„ la bocca: allora il bottone preſe un aſpet-
„ to più metallico, abbenchè ſempre alcun
„ poco appannato, ed in codeſta occaſione
„ perdè diciotto grani.

„ Eſſendo ſtato il medeſimo bottone rimeſ-
„ ſo nel fornello dal Sig. Macquer, e collo-
„ locato pure in una coppella chiuſa con un
„ crogiuolo di Paſſavia, vi mantenni il fuo-
„ co per ben tre ore, dopo le quali fui co-
„ ſtretto a fermarlo per eſſermi caduti i mat-
„ toni che ſervivano d'appoggio: il bottone
„ divenuto metallico ancor più, era aderen-
„ te alla coppella, ed in quella volta ave-
„ va perduti trentaquattro grani. Lo im-
„ merſi nell'acido di nitro fumante per ve-
„ dere di pulirlo; vi ſcorſi qualche poco d'
„ effervefcenza nell' aggiungervi dell' acqua
„ diſtillata, e nel bottone, che realmente

„ ave-

,, aveva persi due grani, riconobbi alcuni
,, piccoli pertugi, simili a quelli che produ-
,, ce la separazione.

,, Incominciai a sperare di vetrificare l' ul-
,, tima porzione di piombo, di cui a giu-
,, dicarne dal suo peso non ne rimanevano
,, che ventidue grani uniti alla platina. Posi
,, perciò questo bottone in una nuova cop-
,, pella, e disposto il tutto, siccome nella
,, terza sperienza, mi servii dello stesso for-
,, nello, avendo l' attenzione di andar scuo-
,, tendo l' inferriata, di mantenere principal-
,, mente nella corrente d' aria ch' essa attrae-
,, va, uno svaporamento continuo per mez-
,, zo d' una capsula, che di tempo in tempo
,, riempivo d' acqua; e finalmente di lascia-
,, re per un momento aperto il coperchio
,, ogni volta che il fornello si empieva di
,, carbone. Le quali cautele aumentarono
,, l' attività del fuoco, per modo che ogni
,, dieci minuti rendeasi necessaria una nuova
,, aggiunta di carbone. A questo grado ten-
,, ni esposto il tutto per quattro ore, indi il
,, lasciai raffreddare.

,, Nel giorno susseguente il crogiuolo di
,, piombo nero aveva resistito, e i sostegni
,, s' erano soltanto a cagion delle ceneri ri-
,, dotti in majolica: nella coppella ritrovai
,, un bottone bene unito, niente aderente,
,, nel colore continuato ed uniforme, acco-
,, standesi allo stagno più che ad altro me-
,, tallo, solamente alcun poco ineguale; del
,, pe-

„ peso, a dir brieve, nè più nè meno d'u-
„ na dramma.

„ Ogni cosa indicava dunque che questa
„ platina sostenuta avesse una perfetta fusio-
„ ne, e che fosse perfettamente pura; av-
„ vegnachè per supporre ch' essa contenesse
„ per anco del piombo, bisognerebbe sup-
„ porre eziandio che questo minerale avesse
„ della sua sostanza perduto proprio altret-
„ tanto, quanto rattenuto avea di materia
„ estranea, la qual precisione non può essere
„ effetto puramente del caso.

„ Dovendo passare alcuni giorni insieme
„ al Sig. Conte da Buffon, la di cui compa-
„ gnia è allettante quanto lo stile, ed il
„ conversare niente meno erudito che i li-
„ bri, mi procurai il piacere di comuni-
„ cargli i risultati di questi sperimenti, e
„ ricominciai a ulteriormente con esso lui
„ esaminarli.

„ 1.° Abbiamo osservato che la dramma
„ di platina ammassata nella prima spe-
„ rienza, non veniva dalla calamita attrat-
„ ta in massa, e che ciò non ostante la
„ calamita esercitava sui grani che distacca-
„ vansi, un' azione apertamente conside-
„ rabile.

„ 2.° La mezza dramma della terza spe-
„ rienza, non solo non poteva essere attrat-
„ ta in massa, ma i grani stessi che si sepa-
„ ravano non davano più indizio alcuno di
„ magnetismo.

„ 3.°

„ 3.° Il bottone della quarta sperienza era „ anch' esso assolutamente insensibile all' av- „ vicinamento della calamita; del che ci sia- „ mo assicurati coll' aver collocato il botto- „ ne in equilibrio su d' una bilancia delle più „ esatte, ponendovi a contatto una fortissi- „ ma calamita, senza che l' equilibrio si scon- „ certasse punto.

„ 4.° Il peso specifico di questo bottone „ fu determinato da una buona bilancia id- „ rostatica, e per maggior sicurezza contrap- „ posto all' oro di moneta, ed al globo d' o- „ ro purissimo adoperato già dal Sig. de Buf- „ fon per le sue belle sperienze sui progressi „ del calore; la densità di essi si trovò ave- „ re i seguenti rapporti coll' acqua, nella „ quale sono stati immersi.

„ Il globo d' oro . . . . . $19\frac{34}{1}$.

„ L' oro di moneta . . . $17\frac{1}{2}$.

„ Il bottone di platina . $14\frac{2}{5}$.

„ 5.° Questo bottone messo su di un pez- „ zo d' acciajo per provare la sua duttilità, „ sostenne molto bene alcuni colpi di mar- „ tello: indi la sua superficie divenne piana „ ed anche alcun poco levigata ne' luoghi „ batutti, e da lì a poco essendosi spaccato, „ se ne staccò una porzione ch' era quasi il „ sesto del totale. La frattura ci fè vedere „ molte cavità, delle quali alcune del dia-

„ me-

„ metro incirca d' una linea avevano il bian-
„ co, e il lucido dell' argento, e nell' altre
„ ſcorgevanſi delle piccole punte ſporte in-
„ fuori come le criſtallizzazioni nelle etiti:
„ la cima di una di queſte punte eſaminata
„ colla lente era un globetto, nella forma
„ aſſolutamente ſimile a quello della terza
„ ſperienza; di materia anch' eſſo vitrea,
„ e traſparente per quanto ſi potè giudica-
„ re, atteſa l' eſtrema ſua piccolezza. Del
„ reſto tutte l' altre parti del bottone era-
„ no compatte, ben unite, ed il grano più
„ ſottile era più duro di quello del miglior
„ acciajo, a cui per altro raſſomigliava nel
„ colore.

„ 6.° Avendo avvicinata la calamita ad
„ alcune porzioni di codeſto bottone ridotte
„ in particine a colpi di martello, abbia-
„ mo veduto che niſſuna ne reſtò attratta;
„ ma avendole poſcia polverizzate in un
„ mortajo d' agata, oſſervammo che la cala-
„ mita ne sollevava alcune delle più piccole
„ ogni volta che ſe le applicava immediata-
„ mente al diſopra.

„ In conſeguenza di queſta nuova com-
„ parſa di magnetiſmo tanto più ſorprenden-
„ te, quantochè i grani ſtaccati dalla maſſa
„ riunita della ſeconda ſperienza, ci erano
„ ſembrati ſpogli affatto d' ogni ſenſibilità
„ all' avvicinamento, e contatto della cala-
„ mita, ripigliammo alcuni di codeſti grani,
„ e ridottili iſteſſamente in polvere nel mor-

„ tajo

„ tajo d'agata, abbiamo veduto le più mi-
„ nute parti attaccarsi ben presto sensibilmen-
„ te alla verga calamitata. Non si può at-
„ tribuire quest'effetto alla levigatezza della
„ superficie della mazza, nè ad altra causa
„ estranea dal magnetismo; mentre un pez-
„ zo di ferro egualmente levigato, appli-
„ cato medesimamente alle parti di questa
„ platina, non ha potuto avvicinarsene pur
„ una.

„ Dall'esatto novero di queste sperienze,
„ e dalle osservazioni alle quali esse diede-
„ ro luogo, si può giudicare quanto difficil
„ cosa sia il determinare la natura della pla-
„ tina. Dubitar non si deve che questa non
„ contenesse alcune parti vetrificabili a un
„ gran fuoco, anche senza addizione: egli
„ è certo altresì che tutta la platina contie-
„ ne del ferro, e delle particelle magneti-
„ che; ma se l'alcali di Prussia non ci som-
„ ministrasse il blù se non coi grani separa-
„ ti colla calamita; sembra che si potrebbe
„ conchiudere, che i grani alla calamita in-
„ sensibili siano d'una platina che non è per
„ se stessa in verun grado magnetica, e nella
„ quale il ferro non entra come parte essen-
„ ziale. Si potrebbe sperare che una fusione
„ portata allo stesso segno, ed una coppel-
„ lazione egualmente perfetta deciderebbono
„ la questione: ogni cosa indicava che
„ realmente queste operazioni, separandola
„ da tutt'i corpi stranieri, spogliata l'aves-
„ sero

„ fero d'ogni virtù magnetica; ma l'ultima
„ offervazione prova incontraftabilmente che
„ quefta forza magnetica effettivamente foffe
„ indebolita, o forfe nafcofta e feppellita,
„ giacchè ricomparve allorquando fi è tri-
„ turata.

RIFLESSIONI.

Da quefte fperienze del Sig. de Morveau, e dalle offervazioni, che dopo abbiamo fatto infieme, rifulta:

1.° Ch'è fperabile d'arrivare a fondere fenz'altra aggiunta la platina nei noftri migliori fornelli, coll'applicarle il fuoco molte volte di feguito, mentre i crogiuoli migliori non potrebbono refiftere all'azione d'un fuoco tanto violento per tutto il tempo neceffario all'operazione compita.

2.° Che fondendola col piombo; e facendola fucceffivamente in varie riprefe paffare per la coppella, s'arriva a vetrificare il piombo; e quefta operazione potrebbe alla fine privarla d'una parte delle materie eftranee ch'effa contiene.

3.° Ch'effa, fondendola fenz'altra aggiunta, fembra in parte liberarfi da fe fteffa dalle materie vetrifcibili che racchiude, poichè durante quefta operazione lancianfi alla fuperficie alcuni piccoli getti di vetro, i quali formano maffe molto confiderabili, e fi

fe-

separano assai agevolmente dopo il raffreddamento.

4.° Che facendo l' esperienza del blù di Prussia coi grani di platina più insensibili alla calamita, non possiamo sempre assicurarci di ottenerlo, il che costantemente succede coi grani che mostrano più o meno sensibilità al magnetismo: siccome però questa sperienza è stata fatta dal Sig. de Morveau su d'una piccolissima quantità di platina, si è proposto di ripeterla.

5.° Pare che nè la fusione, nè la coppellazione possano interamente distruggere il ferro, da cui è intimamente penetrata la platina. Egli è verissimo che i bottoni fusi, o coppellati mostransi egualmente insensibili all' azione della calamita; triturati però in un mortaio d'agata, e su di un pezzo d'acciaio ci offrirono delle parti magnetiche tanto più abbondanti, quanto più fina era la polvere, in cui era stata ridotta la platina. Il primo bottone, i di cui grani non si erano che agglutinati, dopo d'essere stato sminuzzato produsse molto più parti magnetiche del secondo, e del terzo, i grani de' quali avevano sofferta una più forte fusione; ciò non ostante tutti e due macinati ci somministrarono delle parti magnetiche in modo da non poter dubitare che qualche porzione di ferro entri nella platina anche dopo che la medesima ha tollerato i più violenti sforzi del fuoco, e l'azione divorante del piombo nella

coppella. Questo finisce di dimostrare essere realmente questo minerale un miscuglio intimo d'oro e di ferro, cui finora l'arte non è arrivata a separare.

6.° Un'altra osservazione da me fatta insieme col Sig. de Morveau sulla platina fusa, indi triturata, si è ch'essa infranta ripiglia precisamente la forma istessa de' sassolini ritondi, e schiacciati che aveva prima di essere liquefata. Tutt'i grani di questa platina fusa e triturata sono simili a quelli della platina naturale, sì riguardo alla forma, che alla varietà della grandezza; nè sembrano dalla medesima diversi, se non per essere più piccoli, più obbedienti alla calamita, ed in quantità tanto minore, quanto maggior fuoco ha tollerato la platina. Ciò sembra provare, che quantunque il fuoco sia valevole non solo a bruciare, e vetrificare, ma eziandio a cacciar fuori dalla platina una parte di ferro colle altre materie vetrificibili, che contiene; ciò non ostante la fusione non è compiuta quanto quella degli altri metalli perfetti, poichè stritolandola, i grani racquistano la figura che avevano prima della fusione.

ME-

MEMORIA QUARTA.

Esperienze sulla tenacità, e sullo scomponimento del ferro.

DOpo di aver veduto nella prima Memoria, che il ferro scema di peso ogni volta che vien riscaldato, e che alcuni globi arroventiti per tre volte perdettero la dodicesima parte del loro peso, noi saremmo a prima giunta inclinati a non attribuire questa perdita ad altro, fuorchè alla diminuzione del volume del globo cagionata dalle scorie, che dalla superficie dipartonsi, e cadono in piccole scaglie. Riflettendo però che le piccole palle, la superficie delle quali, relativamente al volume è più grande che quella delle grosse, perdono meno, e che i globi grossi proporzionatamente perdono più dei piccoli, ci accorgeremo agevolmente che la totale perdita di peso non deve ripetersi semplicemente dal cadere delle scaglie che staccansi dalla superficie, ma sì ancora da una alterazione intima di tutte le parti della massa, che il fuoco violento diminuisce, e rende tanto più leggiere quanto più spesso, e più a lungo vi si applica (1).

(1) Un' esperienza famigliare, e che sembra dimostrare che il ferro, a misura che scaldasi anche ad un fuoco mediocre, perde

Di fatti raccogliendo le ſcaglie ciaſcuna volta che ſeparanſi dalla ſuperficie de' globi, troveraſſi che d'un globo di cinque pollici, il quale per eſempio nel primo ſcaldarſi avrà perduto otto once, non ſi otterrà un' oncia di tali ſcaglie ſtaccate, e tutto il reſto della perdita di peſo ad altro non ſi potrà attribuire ſe non all'intima alterazione della ſoſtanza del ferro, la quale, ogni volta che ſi ſcalda tanto perde della ſua ſolidità, che, ſe queſta medeſima operazione ſi ripeteſſe ſovente, il ferro ſi ridurebbe a nulla più che a una materia friabile, leggiera, e di niſſun uſo. Io ho oſſervato che i globi avevano perduto non ſolo di peſo, cioè di denſità, ma nel tempo iſteſſo molto di ſolidità, ch'è quanto dire di quella qualità, dalla quale dipende la coerenza delle parti; perciocchè nel farli battere ho oſſervato che potevanſi rompere tanto più facilmente, quanto più ſpeſſo, e più a lungo erano ſtati riſcaldati.

Dal

---

della ſua maſſa, ſi è che i ferri per arricciare, dopo eſſere ſtati più volte tuffati nell'acqua per raffreddarli, non conſervano mai per egual tempo lo ſteſſo grado di calore. Quando queſti ſono ſtati per aſſai volte ſcaldati e tuffati, ſe ne diſtaccano altresì delle ſcaglie, le quali ſono vero ferro.

Dal non sapere fino a qual segno giungesse l'alterazione del ferro, o piuttosto dal non dubitarne, derivò già da qualche anno l'usanza della nostra Artiglieria d'infuocare le palle, il volume delle quali diminuir si voleva (1). Io vengo afficurato che, essendo il diametro de' cannoni recentemente fusi più stretto di quello de' vecchi, siasi reso necessario l'impicciolire le palle, e che a questo fine siansi le medesime fatte arroventire per polirle poscia facilmente lavorandole al torno: mi si soggiungeva di più che per ridurle al diametro necessario, era mestieri lo scaldarle cinque, sei, ed anche otto e nove volte. Dalle mie sperienze apparisce essere questa una biasimevole pratica; poichè una palla infuocata nove volte, deve perdere almeno il quarto del suo peso, e forse tre quarti della sua solidità. Fatta così friabile, e facile ad infrangersi non può far colpo, mentre contro i muri si schiaccierà, e scemata di peso non potrà più essere cacciata alla lontananza delle altre.

Generalmente per conservare la solidità, e il nerbo, cioè la massa, e la forza del ferro, non vuolsi esporlo al fuoco più spesso, e più a lungo del necessario: fatto arroven-

(1) Il Sig. Marchese di Valliere in quel tempo non s'ingeriva negli affari dell'Artiglieria.

ventire, ſenza infuocarlo a quell' ultimo grado che gli è ſempre pregiudicevole, ſarà atto alla maggior parte degli uſi; e in quelle operazioni, per le quali importa che il ferro conſervi tutto il ſuo nerbo, come nelle lamine che battonſi per farne canne da ſchioppo, converrebbe, ſe foſſe poſſibile ſcaldarlo appena una volta per batterlo, indi piegarlo, e ſaldarlò in una ſola operazione; imperciocchè quando ſotto il martello ha acquiſtata tutta la forza ſua propria, il fuoco non fa che diminuirgliela: s' aſpetta agli Arteſici di vedere fino a qual ſegno queſto metallo debba eſſere lavorato perchè acquiſti tutto il ſuo nerbo, nè ſarebbe impoſſibile il determinarlo per via d' eſperienze, delle quali io ne ho fatte alcune che qui riferiſco.

I.

Una fibbia di ferro della groſſezza di linee 18 e due terzi, cioè di 348 linee quadrate per ciaſcuna corda perpendicolare di ferro, ciocchè forma in tutto 696 linee quadrate di ferro, ſi ruppe ſotto il peſo di 28 migliaja che tirava perpendicolarmente: queſta fibbia di ferro aveva all' incirca 10 pollici di larghezza ſopra 13 di altezza, ed era d' una groſſezza eguale in tutte le ſue parti; eſſa ſi ruppe quaſi nel mezzo delle corde perpendicolari, e non negli angoli.

Se

Se da questa sperienza si volesse decidere dal grande al picolo della forza del ferro, troverebbesi che ciascuna linea quadrata di ferro tirata perpendicolarmente, non potrebbe sostenere che 40 libbre incirca.

II.

Tuttavia avvendo messo alla prova un filo di ferro del diametro poco più d'una linea, questo pezzetto di filo di ferro sostenne prima di rompersi 482 libbre: un altro pezzo di filo di ferro eguale non si ruppe che sotto il peso di libbre 495, in maniera che sarebbe presumibile che una verga quadrata d'una linea di questo stesso ferro avrebbe potuto portarne ancora più, mentre avrebbe contenuti quattro segmenti, o quattro angoli di quadrato posti al circolo di più del filo di ferro rotondo del diametro d'una linea.

Convien dire che la sproporzione della forza del ferro in grosso da quella del ferro in piccolo è enorme. Il ferro grosso di cui mi sono servito veniva dalla fabbrica d'Aisy sotto Rougemont, ed era senza nervo, e in grossi grani: non so di qual fabbrica fosse il mio filo di ferro; per grande però che supporre si voglia la differenza della qualità del ferro, essa non può cagionarne tanta, quanta ne scorgiamo nella loro resistenza, la quale come ognun vede è dodici

volte minore nel ferro grosso che nel sottile.

III.

Ho fatto rompere un' altra fibbia del medesimo ferro della ferriera d' Aisy della grossezza di linee 18 e mezza, e anche questa non sostenne più di 28450 libbre, essendosi rotta parimente quasi nel mezzo delle due corde perpendicolari.

IV.

Nel tempo istesso io aveva fatto fare una fibbia del medesimo ferro, fatto prima ribattere per dividerlo in due, talmente che trovasi ridotto ad una verga di 9 linee sopra 18: avendola messa alla prova, sostenne prima di spezzarsi il peso di 17300 libbre, laddove se non fosse stata battuta per la seconda volta, non avrebbe potuto portare più di 14 migliaja.

V.

Un' altra fibbia di ferro della grossezza di 16 linee e tre quarti, che formano quasi 280 linee quadrate per ciascuna corda perpendicolare, cioè 560 in tutto, ha sostenuto 24600 libbre, mentre non avrebbe potuto so-

sostenerne che 22400 se non l'avessi fatta battere un'altra volta.

VI.

Essendosi, per la forza del calor d'un fornello, rotto ne' due punti, frammezzo ai due più lunghi lati un telaio di ferro della stessa qualità, cioè senza nerbo, e a grossi grani, venuto dalla medesima fabbrica d'Aisy, ch'io aveva adoperato per impedire dallo scostarsi i muri dell'alto fornello delle mie fabbriche e che era da una parte 26 piedi sopra 22 dall'altra; ho creduto di poter paragonare quel telaio alle fibbie delle precedenti sperienze, poichè era formato dello stesso ferro, e si era rotto nella maniera medesima. Questo ferro era grosso 21 linee, il che forma 441 linee quadrate, ed essendo rotto come le fibbie nelle due parti opposte, vengono ad essere 882 le linee quadrate divise dall'azione del fuoco. E siccome dalle sperienze precedenti abbiamo rilevato che 696 linee quadrate dello stesso ferro si sono spezzate sotto il peso di 28 migliaja conchiuderne si deve, che 882 linee di questo ferro medesimo rotte non si sarebbono se non sotto il peso di 35480 libbre, e che per conseguenza l'azione del calore deve considerarsi come un peso di 35480 libbre. Avendo, affine di trattenere il muro interiore nella scavatura che si fece dopo la rottura del

telaio, fatto fare un cerchio di piedi 26 e mezzo di circonferenza, con ferro forte fuso e temprato nelle mie ferriere; questo m' ha somministrato il mezzo di paragonare la tenacità del ferro buono con quella del ferro comune. Questo cerchio di piedi 26 e mezzo di circonferenza era di due pezzi trattenuti ed uniti insieme per mezzo di due piccole chiavi di ferro, le quali entro anelli battuti passavano fino all'estremità delle due lamine di ferro la larghezza delle quali era di 30 linee sopra 5 di grossezza, il che forma 150 linee quadrate, che non si poterono duplicare, perchè il cerchio non poteva rompersi se non in un luogo, non già in due luoghi come le fibbie, o il gran telaio quadrato. L'esperienza però ci dimostrò che in una fusione di quattro mesi, nella quale il calore era più grande di quel che fosse nel getto precedente, queste 150 linee di ferro buono furono atte a resistere alla sua azione, ch' era di 35480 libbre. Quindi devesi conchiudere colla maggior sicurezza, che il ferro buono, cioè il ferro tutto fibroso è almeno cinque volte più tenace del ferro senza nerbo, e di grossa grana.

Giudichisi dal fin qui detto dell'avvantaggio che si avrebbe, valendosi di buon ferro, e nerboso per le fabbriche, e per la costruzione de' vascelli, poichè ne abbisognerebbero tre quarti meno, e si avrebbe un quarto di più di fermezza.

Coll'

Coll' ajuto di simili sperimenti, e col far lavorare a fuoco una, due e tre volte delle verghe di ferro di differenti grossezze, noi potremmo assicurarci della massima forza del ferro; combinare con certa misura la leggerezza dell' armi colla loro solidità; usare di questa materia per altri lavori senza temere che si rompesse; a dir brieve, maneggiare questo metallo con regòle appoggiate a' principj uniformi e costanti. Da queste sperienze che sono l' unico mezzo di perfezionar l' arte di lavorare il ferro, potrebbe lo stato ritrarne grandissimo vantaggio, giacchè la qualità del ferro ripetere non si deve dalla diversa qualità della miniera. Per esempio: perchè il ferro d' Inghilterra, di Germania, oppure di Svezia sia migliore di quello di Francia, o perchè quello di Berri sia più dolce di quello di Borgogna, niente contribuisce la natura delle miniere. Tutto dipende dalla maniera di lavorarlo, ed io posso farne testimonianza per aver veduto io stesso che col batterlo molto, e poco scaldarlo si comunica al ferro la maggior forza accostantesi a quella massima, di cui non posso che raccomandar la ricerca, possibile ad ottenersi per mezzo delle sperienze poc' anzi indicate.

Dalle palle da me più volte esposte al maggior fuoco per esperimentarle, ho compreso che il ferro scema di peso, e di forza tanto più quanto più replicatamente, e a lungo si scalda; che la sua sostanza si scom-

pone, s'altera la sua qualità, e che finalmente degenera in una specie di scoria, o di materia porosa, leggiera, la quale coll' intensa, e durevole applicazione del fuoco si riduce in una specie di calce. La scoria di ferro ordinaria è diversa; e quantunque comunemente si creda ch' essa da altro derivare non possa, e non derivi che dal ferro, io ne ho la prova in contrario. La così detta schiuma di ferro è veramente una materia prodotta dal fuoco, ma per formarla non è necessario il ferro, o alcun altro metallo: col legno, e col carbone abbruciato a fuoco violento se ne otterrà una quantità assai grande. Che se si pretenda che questa schiuma provenga soltanto dal ferro contenuto nella legna (giacchè tutt' i vegetabili più o meno ne contengono); io dimando, perchè mai questa schiuma ottenere non si possa dal ferro in quantità maggiore, che dalla legna, la cui sostanza è cotanto diversa da quella del ferro? Questo fatto dimostratomi dall' esperienza mi condusse ad intenderne un altro che prima mi era sembrato inesplicabile. Nelle terre sode, e massime nelle selve, dove non v' hanno fonti, nè fiumi, e quindi non sono mai state fabbriche di ferro, nè tampoco indizj di volcani, o fuochi sotterranei, ritrovansi spesso masse di scoria di ferro tanto considerabili, che due uomini non potrebbero alzarle senza stento. Avendone per la prima volta veduto nel 1745 a Mon-

Montigny-l' Encoupe, nei boschi del Sig. di Trudaine, ne feci cercare, e se ne ritrovarono dappoi anche nei nostri di Borgogna, ancor più lontani dalle acque che quelli di Montigny, e successivamente in parecchi altri luoghi. I piccoli pezzi di codesta scoria mi parvero trarre origine da qualche forno di carbone che si sarà lasciato bruciare, ma i grossi derivare non possono se non da un incendio nella selva allorchè era in piena maturità, e che gli alberi erano grandi, e vicini l'un l'altro quanto bastasse a produrre un fuoco insieme violentissimo, e durevolissimo.

La scoria di ferro, che può considerarsi come un residuo della combustione della legna, contiene del ferro; ed in un' altra Memoria vedrannosi le sperienze da me fatte affine di misurare da questo residuo, la quantità di ferro ch' entra nella composizione de' vegetabili. Codesta terra morta, o calce, in cui il ferro convertesi per la troppo lunga azione del fuoco, m' è sembrata contenere più ferro che il capo morto del legno, locchè sembra provare essere il ferro, sicome il legno una materia combustibile, cui il fuoco può egualmente distruggere, purchè le venga più violentemente, e più lungo applicato. A persuaderci della verità di quel detto di Plinio, *ferrum accensum igni, nisi duretur ictibus, corrum-*

pi-

pitur (1) , basterà osservare in una ferriera la prima massa di ferro che cavasi dalla ferraccia , la quale è un pezzo di ferro fuso per la seconda volta , non per anco battuto , cioè rinforzato dal martello : tosto che si estrae dalla fornace, ove ha poco prima sofferto il fuoco più violento, esso è arroventato, e non solo manda scintille infuocate, ma realmente arde, d'una fiamma vivissima , la quale consumerebbe una parte della sua sostanza , se troppo s'indugiasse a sottopporla al martello; e codesto ferro prima d'essere formato verrebbe anche , per così dire , ad essere distrutto, ed a soffrire compiutamente l'effetto della combustione , se i colpi del martello , avvicinandone le parti troppo divise dal fuoco, non incominciassero a rendergli una parte della sua tenacità. In questo stato levasi ancor rosseggiante disotto al martello , e si porta di nuovo alla fornace per raffinarlo, dove nuovamente infuocato trasportasi egualmente colla possibile prestezza sotto al martello, che lo rinforza , e difende molto più della prima volta , e finalmente questo pezzo esponesi di nuovo al fuoco, indi al martello, per mezzo del quale resta interamente lavorato. Questo metodo di lavorare tutt' i ferri comuni , ai quali si danno alla più due o tre bat-

(1) Stor. Natur. *lib.* 34. *cap.* 15.

battute di martello è il motivo, per cui essi mancano di quella tenacità che potrebbono acquistare lavorati meno frettolosamente; poichè la forza del martello non solo comprime le parti del ferro troppo divise dal fuoco, ma coll' avvicinarle ne discaccia eziandio le materie estranee, e lo purga rinforzandolo. Ordinariamente la perdita che fa il ferro in ferraccia giugne ad un terzo, del quale la maggior parte consumasi nel fuoco, ed il restante scorrendo in fusione forma il così detto *capo-morto* del ferro; esso è più pesante della scoria di ferro tratta dal legno, e racchiude ancora una quantità assai grande di ferro impurissimo, e crudissimo, dal quale però se ne può trarre qualche parte, se stritolato si mescoli in piccola quantità colla miniera che gittasi nel fornello. Io so per esperienza che, unendo insieme un sesto di codesto residuo con cinque sesti di miniera ripurgata co' miei crivelli, il getto non rendesi sensibilmente diverso in qualità, e solo aggiugnendovene di più diventa più crudo senza cangiare di colore, o di grana. Che se le miniere sono men pure, quelle parti crasse guastano assolutamente la fusione, ch' essendo già per se stessa crudissima non meno che fragilissima, per l' aggiunta di quella cattiva sostanza viene ad esserla molto più; di maniera tale, che codesto metodo, il quale può riuscir utile nelle mani d' un perito Artefice, in altre mani

sarà

ſarà dannoſo a ſegno di non poter in alcun modo uſare nè de' ferri nè delle fuſioni che ſe ne faceſſero.

Vi hanno tuttavia dei mezzi, ſe non per cambiare, almeno per correggere in parte la cattiva qualità della fuſione, e di toglier alla ferriera la crudezza del ferro che ne deriva. Il primo di queſti mezzi è diminuire la forza dell'aria, o queſto ottengaſi col mutare la poſitura del bucolare, o col rallentare il moto del mantice, poichè quanto più il fuoco s'ingagliardiſce, tanto maggior crudezza contrae il ferro. Il ſecondo, anche più efficace, ſi è di gittare ſulla maſſa di ferro che ſeparaſi dalla ferraccia una certa quantità di terra calcaria, o anche di calce perfetta, la quale ſerve di fondente alle parti vetrificabili che il ferro crudo racchiude in quantità troppo grande, e lo purga dalle ſue impurità. Biſogna però tenerſi lontani dal caſo d'aver a ricorrere a codeſti piccoli compenſi, locchè non ſuccederà mai quando pratichinſi i metodi da me accennati per fare una buona fuſione (1).

Quando i Raffinatori ſi fanno lavorare per loro conto, e paganſi a migliajo, eſſi, ſiccome anche i Fonditori, fanno nella loro ſet-

(1) Queſti metodi trovarannoſi nelle mie memorie ſulla fuſione delle miniere di ferro.

settimana tutto il ferro che possono; adattano il focolare della loro fucina in maniera di loro maggior comodo, sollecitano il fuoco, trovano che i mantici non danno mai aria che basti, lavorano meno la massa, ed ordinariamente fanno in due scaldate quello che far non potrebbesi in meno di tre: non saremo quindi sicuri giammai d'avere del ferro d'una buona, e sola qualità se non pagando a mese gli Operaj, e facendo, alla fine d'ogni settimana rompere alcune verghe del ferro che vanno terminando, affine di riconoscere se hanno trascurato, o affrettato di troppo il lavoro. Il ferro in lamine piatte è sempre più fibroso che il ferro in verghe; se nelle lamine ritrovansi due terzi di nerbo per un terzo di grani, nelle mazze fatte anche dello stesso ferro non vi si troverà se non circa un terzo di nerbo sopra due terzi di grani; prova assai chiara per dimostrare che la maggiore o minor forza del ferro proviene dalla differente applicazione del martello; questo se più costantemente, e più frequentemente batta sullo stesso piano come sulle lamine piatte, meglio ne approssima, e riunisce le parti, che non fa battendo quasi alternativamente su due piani differenti, per farne verghe quadre: quindi egli è più difficile il saldare le verghe, che non le lamine, e quando vuolsi fare del ferro per trafila, il quale debb'essere in verghe di tredici linee, e d'un fer-

ferro moltiſſimo nervoſo, e duttile quanto baſti per eſſere convertito in filo di ferro, biſogna raffinarlo più lentamente, e non ritirarlo dal fuoco ſe non quando è vicino a fonderſi, e a forza di martello comunicargli tutto quel nerbo, di cui è ſuſcettibile ſotto codeſta forma quadrata, ch'è la meno atta, ma che ſembra neceſſaria in queſto caſo, in cui dalle mazze, che taglianſi circa a quattro piedi, trarre ſi deve in progreſſo una verga di diciotto o venti piedi per mezzo del martello, ſotto il quale s'allunga dopo averla ſcaldata; e queſta è quella che chiamaſi *verga intagliata*, la quale è quadrata come la mazza da cui deriva, e nelle quattro facce conſerva delle cavità ſucceſſive, che ſono le impreſſioni profonde di ciaſcun colpo del piccolo martello, che adoperaſi per lavorarle. Perchè paſſi fino all' ultima trafila, codeſto ferro deve eſſer duttiliſſimo, e nel tempo ſteſſo non troppo dolce, richiedendoſi anzi compatto quanto baſti perchè non coli di ſoverchio. Egli è aſſai difficile di cogliere codeſto punto; quindi in Francia ſoltanto due o tre ferriere poſſono ſomminiſtrare ferri per le filiere.

Egli è vero che la buona fuſione è la baſe del buon ferro; ſovente però il buon ferro ſi guaſta pe' cattivi metodi. Il più comune fra codeſti, e che più di tutti toglie il nerbo, e la tenacità del ferro sì è il coſtume degli Operaj di quaſi tutte le ferriere

di

di tuffare nell'acqua la prima porzione del pezzo che hanno travagliato, affine di poterlo maneggiare, e ripigliare più prontamente. Io ho veduto non senza sorpresa la prodigiosa differenza cagionata da questa immersione massime nell' inverno, quando l'acqua, essendo fredda, non solo rende fragile il miglior ferro, ma ne cangia altresì la grana, e ne distrugge la forza a segno che nissuno immaginerebbesi ch' esso fosse lo stesso ferro se non ne venisse convinto da' suoi proprj occhj col rompere l' altra estremità della stessa mazza, che non essendo stata immersa nell'acqua conserva per anco il suo nerbo, e la sua grana ordinaria. Questo immergimento se non fa gran male in estate, ne fa però costantemente alcun poco; e quando si voglia aver il ferro sempre della medesima buona qualità, bisogna assolutamente abbandonare il costume di tuffarlo nell' acqua, ed aspettare, per maneggiarlo, ch' esso raffreddi all' aria.

E' necessaria un'assai buona fusione per ottenere del ferro fibroso, e tenace come quello che si può cavare dai vecchj ferramenti rifusi, non già coll' esporli di nuovo al fornello di fusione, ma col metterli al fuoco di raffinature. Per le mie ferriere comprasi ogni anno una quantità assai grande di questi vecchj ferri, dai quali con poca fatica traesi del ferro eccellente. In questi

ſli ha però luogo la ſcelta, poichè quelli che ſi hanno dai ritagli di laſte battute, o dai pezzi di filo di ferro rotti, chiamati *riblons* ſono i migliori di tutti, perchè compoſti di un ferro più puro degli altri, e ſi pagano qualche coſa di più; generalmente però da queſti vecchj ferri quantunque di mezzana qualità, traeſi ſempre buoniſſimo ferro, quando ſi ſappia lavorarlo. Non biſogna mai miſchiarli col getto, anzi quando frammezzo a queſti ferri ſe ne trovaſſe qualche pezzo, biſogna ſepararnelo; è inoltre neceſſario il mettere nel focolare una certa quantità di ſcaglie, ed il fuoco vuol eſſere meno sollecitato, meno violento che pel ferro che lavoraſi in ferraccia, poichè ſenza una tale avvertenza verrebbeſi ad abbruciare una gran parte della sfera, la quale quando è ben maneggiata, e di buona qualità, non dà che un quinto di calo, e meno conſuma di carbone che il ferro in ferraccia. Le ſcorie che eſcono da codeſti vecchj ferri ſono in quantità minore d'aſſai e non racchiudono tante particelle di ferro, quanto le altre. Cogli avanzi rimandati dalle filiere, che ſomminiſtrano le mie ferriere, e co' ritagli delle laſtre di ferro tagliate ch'io faccio fare, ho avuto bene ſpeſſo del ferro ch'era tutto nero, il di cui calo quaſi non arrivava che ad un ſeſto, laddove il calo del ferro in ferraccia è ordinariamente del doppio, cioè d'un

d' un terzo, e sovente anche di più, se vogliasene ottenere del ferro di qualità eccellente.

Il Sig. di Montbeillard Tenente Colonello nel Reggimento Reale d' Artiglierìa, essendo stato per molti anni incaricato dell' ispezione delle manifatture d' armi a Charleville, Maubeuge, e Santo Stefano, ha voluto comunicarmi una Memoria da lui presentata al Ministro, nella quale tratta della maniera di fabbricare ferro con vecchj ferramenti. A questo proposito dice con gran ragione „ „ che le sfere che hanno molta superficie, „ e quelle che derivano da' vecchj ferri, e „ dai chiodi di cavallo, o frammenti di piccoli cilindri, o quadrati torti, o di anelli, e fibbie, tutti pezzi, i quali siccome „ suppongono che il ferro adoperato a fabbricarli, fosse flessibile, tenace, e capace „ d'essere piegato disteso, o torto, devono „ essere trascelti, e ricercati per fabbricare „ le canne degli schioppi. " Ritrovansi in questa stessa Memoria del Sig. del Montbeillard delle eccellenti riflessioni sulla maniera di perfezionare le armi da fuoco, e di assicurarsele resistenti colla scelta del buon ferro, e colla maniera di trattarlo. L' Autore riferisce una buonissima sperienza (1), la qua-

(1) Prendasi una spranga di ferro larga due in tre pollici, grossa due in tre linee;

quale prova concludentemente che i vecchj ferri, ed anche le scaglie, e gli sfogliamenti, i quali perchè staccansi dalla superficie del ferro, da molti sono creduti scorie, non lasciano però di unirsi insieme intimamente, e somministrano per conseguenza il ferro d'una qualità egualmente buona, e forse migliore di qua-

---

nee; si arroventi, e colla penna del martello vi si faccia al lungo una scanalatura o cavità; pieghisi indi sopra se medesima per raddoppiarla e batterla: riempiasi in seguito la scanalatura di queste scaglie; facciasi in sulle prime scaldar dolcemente, avvertendo di ribatterne gli orli, perchè le scaglie non isfuggano: battasi poscia la spranga come usasi col ferro prima di arroventirlo; indi riscaldisi fino all' incandescenza, e quasi alla fusione, e il pezzo si scalderà così bene, che rompendolo a freddo, non vi si scorgerà per entro cosa che indichi che la scaldatura non sia stata compita, e perfetta, e tutte le parti del ferro non siansi reciprocamente penetrate senza lasciare alcuno spazio voto. Questa sperienza da me fatta, e facile a ripetersi, deve assicurarci che le scaglie, o piatte, che sieno, o in forma d'aghi, non sono altro che ferro come la spranga, colla quale s'incorporano, e formano una stessa massa.

qualunque altra. Nel tempo istesso la di lui opinione s' accorda colla mia, ed osserva egli stesso nel seguito della sua Memoria, che codesto eccellente ferro non vuol essere adoperato solo, appunto per essere troppo perfetto: e di fatti un ferro, il quale appena uscito dalla ferriera abbia tutta la perfezione sua propria, non è buono se non da usarsi tal quale è, o in opere, le quali esigano soltanto un calor dolce, poichè il riscaldarlo assai e l' arroventirlo lo deterioria, siccome io ho sperimentato più volte in pezzi d' ogni grossezza. Il pezzo di ferro piccolo si altera un poco meno che grosso, ma tutti e due perdono la maggior parte del loro nerbo subito dopo d' essere stati arroventiti la prima volta. Una seconda riscaldata simile cambia e distrugge affatto il nerbo, ed altera parimenti la qualità della grana, che di fina diventa grossolana, e lucida come quella del ferro più comune. Una terza arroventatura rende ancora più inferiore essa grana, e fa che tramezzo agli interstizj de' globetti veggansi alcune particelle nere di materia abbruciata. Finalmente continuando a riscaldar questo ferro si giunge ad ottenere l' ultimo grado della sua decomposizione e a ridurlo in terra morta, la quale non sembra contenere sostanza metallica, e di cui non si può far verun uso. Ciò addiviene, perchè codesta terra morta, non contenendo maggior quantità di ferro che la scoria

ria comune, tratta dal carbone de' vegettabili, non ha, ficcome la maggior parte delle altre calci la proprietà di rivivificarsi per mezzo dell' applicazione delle materie combuftibili, laddove le calci degli altri metalli si rivivificano quasi interamente, o almeno in buona parte; locchè finifce di dimoftrare che il ferro è una materia quasi del tutto combuftibile.

Quefto ferro che cavafi, tanto dalla terra o calce di ferro, quanto dalla fcoria proveniente dal carbone, m'è fembrato d'una qualità particolare, cioè, moltiffimo magnetico, ed affaiffimo refiftente alla fufione. In alcuna delle miniere ch' io ho fatte fcavare, ritrovai della minuta fabbia nera egualmente magnetica, non folubile, e quasi interamente infufibile, la quale fabbia ferrigna, e magnetica com'è, ritrovafi mefchiata coi grani di miniera che non lo fono, e certamente da ben diverfa cagione derivano: il fuoco ha prodotto quefta fabbia magnetica, e l'acqua i grani di miniera, e fe accidentalmente mifchiati ritrovanfi, ciò avviene, perchè a cafo abbruciati si faranno dei grandi ammaffi di legna, o perchè faranno ftati fatti dei fornelli di carbone fu terreni contenenti miniere, e perchè quefta fabbia ferrigna, la quale altro non è, che il tritume della fcoria di ferro, cui l'acqua non giunge ad arruginire, nè a difciogliere, è penetrare infieme colle acque in vicinanza degli

ftra-

strati delle miniere in grani, la profondità delle quali non è più che di due o tre piedi. Nella Memoria precedente abbiam veduto che questa sabbia ferrigna proveniente dalla scoria di ferro de' vegetabili, o anche dal ferro abbruciato quanto può esserlo, sembra per tutt'i riguardi eguale a quella che trovasi nella platina.

Il ferro più perfetto è quasi senza grani ed interamente di nerbo grigio-cinericcio; il ferro di nerbo nero è anch'esso buonissimo, e forse al primo preferibile in tutti quegli usi ove faccia bisogno di scaldare questo metallo prima di adoperarlo; quello della terza qualità, il quale è metà grano, e metà nerbo è il migliore pel commercio, perchè puossi riscaldare due o tre volte senza che cangi natura; il ferro senza nerbo, ma di grana minuta serve anch'esso a molti usi; ma il senza nerbo, e di grossa grana dovrebbe essere proscritto: eppure a gran danno e sventura della società, codesto appunto è cento volte più comune degli altri: Un uomo esercitato a un colpo d'occhio riconosce la buona o cattiva qualità del ferro, laddove coloro che lo fanno adoperare per le loro navi, o per i loro attrezzi, non se ne intendono, o non vi fanno caso, e pagano per buonissimo quel ferro che si rompe a un piccolo peso, o cui la ruggine in poco tempo distrugge.

Quanto più le scaldate troppo forti, e

ſpinte fino alla roventezza deteriorano il ferro, altrettanto ſembra che lo migliorino le dolci, per le quali eſſo non acquiſta che un roſſo di ciriegia. Queſto è il motivo, per cui i ferri deſtinati ad eſſere tagliati o battuti non eſigono nel fabbricarli tanta circoſpezione, quanta i *ferri mercantili*, i quali devono eſſere perfetti. Il ferro da filiera che coſtituiſce una claſſe diſtinta non è mai troppo puro, poichè, ſe conteneſſe delle particelle eterogenee, diverrebbe fragiliſſimo nell'ultime trafile: non havvi quindi altro mezzo di depurarlo, ſe non quello di farlo bene arroventire per la prima volta, indi con non miglior forza che cautela ſottoporlo al martello, e in ſeguito nuovamente riſcaldarlo fino alla roventezza per finire di depurarlo ſotto al martello, allungandolo per farne della verga intagliata. I ferri però deſtinati ad eſſere nuovamente feſſi, per formarne verga ordinaria, ferri piatti, linguette per laſtre, e tutt'i ferri che paſſar devono ſotto cilindri, non richiedono lo ſteſſo grado di perfezione, poichè ſi perfezionano alla fornace ove ſi tagliano, nella quale non adoperandoſi che legna, eſſi non ricevono più che un calore di ſecondo grado, cioè d'un roſſo color di fuoco baſtevole ad ammollirli, per modo che poſſanſi ſtiacciare, e diſtendere ſotto i cilindri, e in ſeguito cedere al taglio. Contuttociò ſe vuolſi ottenere della verga molto dolce, co-

me

me quella ch' è necessaria per li chiodi da manifcalco; se voglionsi de' ferri stiacciati che abbiano molto nerbo, com' esser debbono quelli che adoperansi per le ruote, e principalmente i cerchj che fannosi d' un sol pezzo, per li quali abbisogna almeno un terzo di nerbo; in tal caso i ferri che mandansi a tagliare, devono essere di buona qualità, cioè avere almeno un terzo di nerbo; imperciocchè io ho osservato, che, quantunque il fuoco dolce della fornace, e la forte compressione de' cilindri rendano veramente il grano del ferro alquanto più fino, e comunichino del nerbo a quello che non aveva se non una granitura finissima, non cangiano però in nerbo la grossa grana de' ferri comuni; di maniera tale, che col tristo ferro di grossa grana si potrà bensì fare della verga, o de' ferri piatti, la grana dei quali sarà men grossa, ma sarà altresì troppo fragile per valersene negli usi testè accennati.

Nè la cosa procede diversamente rispetto alla latta. Per farla, dovrebbesi adoperare ferro di ottima qualità, e pur troppo abbiamo a dolerci che si faccia tutto il contrario. Tutte le latte, che fabbricansi in Francia, sono fatte col ferro comune, e quindi nel piegarle si rompono, e in poco tempo abbruciano, o marciscono; laddove la latta che si fa con buon ferro nervoso, come quella di Svezia, o d' Inghilterra, si

torcerà cento volte senza rompersi, e durerà forse venti volte più delle altre. Di codesta che d'ogni grandezza e grossezza si fa alle mie ferriere, se ne adopera a Parigi per le casserole, e per gli altri utensiglj di cucina che stagnansi, e con ragione vengono preferiti alle casserole di rame. Con questa medesima latta si è anche fatto una gran quantità di padelle, di canali, di tubi, ed ho dopo quattro anni mille volte sperimentato che questa, come ho detto or'ora, può resistere tanto al fuoco, come all'aria molto più delle latte comuni; ma siccome essa è alquanto più cara, tanto minore ne è lo smercio, e non viene ricercata, se non per certi usi particolari, ai quali non potrebbono servire le altre latte. Chiunque fosse pratico, come io lo sono, del commercio de' ferri, direbbe che in Francia s'è fatto patto generale di servirsi solamente di quanto v'ha di più tristo in tal genere.

Con del ferro nervoso potrassi sempre ottenere latta eccellente, facendo passare sotto i cilindri della *fenderia* (1) il ferro in lamine. Pessimo si è l'uso di quelli che appianano con il martello codeste lamine dopo d'aver-

---

(1) Fenderia, luogo dove si fende il ferro di lamina, e se ne fan delle verghe.

d' averle fatte scaldare al carbone: il fuoco di carbone sollecitato per mezzo dei mantici guasta il ferro di esse lamine, mentre quello del forno della fenderia lo perfeziona; e siccome altronde è più della metà meno dispendioso il far le lamine a cilindri, che a martello, l' interesse s' accorda colla teoria dell' arte; l' ignoranza sola può mantenere quest' uso, il quale tuttavia è il più generale, poichè di tutte le latte che fabbricansi in Francia, ve n' ha più di tre quarti, le di cui lamine sono state fatte a martello. Ma mi dirà taluno, che non può fare altrimenti, perchè tutte le ferriere non hanno vicina una fenderia, e de' cilindri montati: lo confesso, ed è appunto ciò di che io mi dolgo. Si fa male a permettere cotali piccoli stabilimenti particolari, i quali non sussistono, se non comperando nelle grosse ferriere i ferri al miglior mercato, cioè, tutt' i più mediocri, per fabbricarli poi in latta, ed in piccoli ferri della qualità più cattiva.

Il tristo ferro con cui fabbricansi i vomeri, altro oggetto assai importante, è incredibile quanto danno porti agli agricoltori; dannosi a codesti dei ferri che rompendosi al minimo sforzo sono obbligati di rinnovare quasi tanto spesso quanto le loro colture; si fa loro pagar ben caro il cattivo acciajo, con cui armansi le punte di stromenti ancor più cattivi, e in capo a un anno, e soven-

te anche in meno di tempo il tutto è rovinato; laddove adoperando pe' ferri d'aratro, come per la latta, il ferro migliore, e il più nervoso, si potrebbe assicurarne l'uso per vent'anni, ed anche tralasciare di accialarne la punta; imperciocchè avendo io fatte fare parecchie centinaja di questi ferri d'aratro, ne ho fatti provare alcuni senza acciajo, e si sono ritrovati di qualità assai ferma per resistere al lavoro. Feci la stessa sperienza sopra un gran numero di zappe: la cattiva qualità de' nostri ferri ha reso generale presso i ferrai l'uso di mettere l'acciajo a codesti stromenti di campagna, che non ne avrebbero bisogno, se fossero fabbricati di buon ferro con lamine passate sotto i cilindri.

Accordo che vi sieno certi usi per li quali si potrebbe fabbricare del ferro crudo, ma bisogna altresì ch'esso non sia di grana troppo grossa, nè troppo fragile: i chiodi per li panconi, le bullettine, e gli altri piccoli chiodi pieganfi quando sono fatti d'un ferro troppo dolce; ma, se si eccettui quest'uso cui si avrà sempre soverchio pensiero di soddisfare, io non vedo dove debbasi usare ferro crudo. Che se in una buona manifattura se ne voglia fare una certa quantità, niente v'ha di più facile, perciocchè non abbisogna che di accrescere una misura, o una misura e mezzo di miniera al fornello, e mettere a parte le ferracce che se ne ot-

ter-

terranno, nel qual caso la fusione sarà meno buona, e più bianca. Si faranno battere e scaldare separatamente, non riscaldandole che due volte per ciascuna lamina, e si otterrà del ferro crudo, il quale taglierassi più facilmente dell'altro, e somministrerà della verga fragile.

Il ferro migliore, quello cioè che ha il maggior nerbo, e per conseguente la maggior tenacità, può, senza rompersi, sostenere cento, e dugento colpi di mazza: quindi, siccome bisogna spezzarlo per tutti gli usi della fenderia, e della batteria, ciò che richiederebbe molto tempo anche servendosi delle cesoje d'acciajo; egli è meglio far tagliare sotto il martello della ferriera le spranghe ancora calde a metà della loro grossezza, il che non impedisce al martellatore di terminarle, e risparmia molto tempo al tagliatore ed all'appianatore. Tutto il ferro ch'io faccio rompere a freddo, e a forza di colpi di mazza, si scalda tanto più, quanto più fortemente, e più spesso è battuto; nè solo si scalda a segno di scottare vivissimamente, ma eziandio diventa magnetico, come se fosse stato stroppicciato su d'una perfetta calamita. Assicurato da molte successive osservazioni della costanza d'un tal effetto, e volendo vedere se ancor senza batterlo avessi potuto comunicare al ferro la virtù magnetica, ho fatto prende-

re una verga grossa tre linee del mio ferro cui conosceva più tenace dall' essere difficilissimo a rompere, ed avendola fatta piegare, e ripiegare sette o otto volte di seguito dalle mani d' un uomo forte senza poterla rompere, ritrovai il ferro caldissimo al sito in cui era stato piegato, e dotato nel tempo stesso di tutta la virtù magnetica propria d'una mazza ben calamitata. Avrò in seguito occasione di rimontare a un tale fenomeno per la strettissima relazione che ha colla teoria del magnetismo, e dell' elettricità, e ch' io accenno quì solo per dimostrare che quanto più tenace è una materia, cioè quanta maggiore forza è necessaria per dividerla, tanto più atta ritrovasi a produrre il calore, e tutti gli effetti, che possono dal medesimo dipendere, e provare nel tempo istesso che la semplice pressione producendo l' attrito delle parti interiori, equivale all' effetto della percussione più violenta.

Si scalda ogni giorno il ferro unendovi, o sopramettendovi altro ferro, ma perchè esso alquanto più debole non ritrovisi nei siti delle saldature, è necessario d' usar grandissima cautela: imperciocchè per riunire, e saldare le due estremità d' una spranga si scaldano fino alla più viva roventezza, e il ferro non arriva a quello stato di quasi fusione senza perdere tutta la tenacità, e per conseguenza tutto il suo nerbo, ch' esso non

può

può racquistare in tutta la parte saldata se non per mezzo de' martelli, di cui due o tre operaj facciano succedere i colpi più prontamente ch'è possibile, ma questa percussione è debolissima, ed anche lenta in confronto del martello di ferriere, o à mulino, quindi il sito saldato, quantunque di buona qualità, avrà sempre poco nerbo, e bene spesso non ne avrà, se non sarà stato colto l'istante in cui i due pezzi sono egualmente caldi, e se il moto del martello non sarà stato pronto, e forte quanto basti ad unirli bene, onde quando si abbia da saldare pezzi di qualche importanza, sarà bene valersi de' più pronti martelli a mulino. La saldatura nelle canne dell'armi a fuoco è una delle cose più importanti, ed il Sig. de Montbeillard nella Memoria citata più sopra ci dà dei buoni lumi, ed anche delle sperienze decisive sopra questo oggetto: io convengo con lui che, siccome per saldare la canna in tutta la sua lunghezza è necessario arroventire più volte la lamina non fa duopo servirsi del ferro che sia all'ultimo grado di sua perfezione, peciocchè le frequenti scaldature non potrebbero che deteriorarlo, che bisogna all'opposto scegliere il ferro, il quale non essendo ancor tanto puro quanto può esserlo, acquisterà anzi che perdere in qualità per codeste nuove scaldature: ma quest' articolo solo esigerebbe un gran lavoro fatto e diretto da un uomo illuminato quanto il

Sig. de Montbeillard, massime in un oggetto di tanta importanza per la vita degli uomini, e per la gloria dello Stato, che merita la maggior attenzione.

Il ferro vien decomposto dall' umidità come dal fuoco; esso attrae l' umido dell' aria, n' è penetrato, s' arrugginisce, cioè, si cangia in una specie di terra friabile, e senza coesione. I ferri di cattiva qualità, o mal fabbricati soggiacciono in pochissimo tempo a siffatta conversione; e quelli di buona qualità, le di cui superficie sono lisce, o levigate reggono più lungamente, tutti però sono soggetti a questo genere di malore, che dalla superficie si fa strada assai prontamente all' interno, e distrugge col tempo il corpo intero del ferro. Nell' acqua conservasi assai meglio che all' aria; e quantunque noi ci accorgiamo della sua alterazione dal color nero ch' esso prende dopo d' avervi dimorato a lungo, non è dinaturato a segno di non poter essere lavorato, mentre quello ch' è stato esposto all' aria per qualche secolo, e che gli operaj per la sciocca opinione, che la luna lo mangi, chiamano ferro lunato, non può essere lavorato, nè adoperato ad alcun uso a meno che non si revivifichi come le ferruggini, e il croco di marte, operazione, che comunemente costa più che non vale il ferro. La differenza delle due decomposizioni del ferro si è, che in quella ch' è prodotta dal fuoco, la maggior parte

del

del ferro si brucia, ed esala in vapori come le altre materie combustibili, nè altro rimane fuorchè una schiuma di ferro, la quale contiene, come quella dei legni, una piccola quantità di materia moltissimo amica della calamita, ch'è vero ferro, ma a mio parere d'una natura singolare, e simile come ho detto alla sabbia ferrigna, che trovasi nella platina in sì gran quantità. La decomposizione per mezzo dell'umidità non diminuisce, quanto la combustione, la massa del ferro, bensì ne altera tutte le parti a segno di fargli perdere la virtù magnetica, la coesione, ed il colore metallico. Di questa ruggine, o terra di ferro sono in gran parte composte le miniere in grani: l'acqua dopo di aver attenuate quelle particelle di ferruggine, e ridottele in molecole insensibili, le trasporta, e le depone per infiltrazione nel seno della terra, ove una specie di cristallizzazione dipendente come tutte le altre dalla mutua attrazione delle molecole analoge, vengono unite in grani; e siccome quella ruggine di ferro era priva della virtù magnetica, non è da maravigliarsi che le miniere in grani che da essa derivano ne siano egualmente mancanti. Codesto parmi dimostrare in maniera assai chiara, che il magnetismo suppone l'azione precedente del fuoco, che essa è una qualità particolare che il fuoco comunica, e l'umidità dell'aria toglie al ferro, che scompone.

Se pongasi in un vaso una quantità di limatura di ferro puro non per anco arrugginito, e coprasi d'acqua, scorgerassi lasciandola seccare che la limatura col loro intermedio dell'acqua si riunisce fino a formare una massa di ferro soda a segno di non potersi rompere che a colpi di mazza: non è dunque precisamente l'acqua che decompone il ferro, e produce la ruggine, ma piuttosto i sali, ed i vapori sulfurei del aria, imperciocchè sappiamo che il ferro viene facilissimamente disciolto dagli acidi, e dallo zolfo. Presentando una verga di ferro assai rovente a un ammasso di zolfo, il ferro si liquefa tosto, e ricevendolo nell' acqua ottengonsi delle granaglie che non son più ferro, nè tampoco fusione: poichè io ho provato che non potevansi più riunire al fuoco per lavorarle, e ch'esse erano d'una materia da non potersi paragonare se non alla pirite marziale, in cui il ferro sembra essere egualmente decomposto dallo zolfo. Non per altra ragione io credo che quasi dappertutto alla superficie della terra, e sotto i primi strati esteriori ritrovisi una assai gran quantità di queste piriti, la grana delle quali rassomiglia a quella del cattivo ferro, di cui però contengono una quantità piccolissima mischiata con molto acido vitriuolico, e ora più, ora meno di zolfo.

ME-

MEMORIA QUINTA.

Esperienze sugli effetti del calore oscuro.

AFfine di riconoscere gli effetti del calore oscuro, cioè, del calore privato quanto è possibile di luce, di fiamma, e di fuoco libero, ho fatto in grande alcune sperienze, i risultati delle quali mi sono sembrati interessantissimi.

PRIMA SPERIENZA.

Verso la fine d'Agosto del 1772. Abbiamo incominciato a mettere delle bragie ardenti nel crogiuolo del gran fornello che adoperasi per fendere la miniera di ferro per ridurla in ferraccia, e codeste bragie avevano terminato di asciugare le intonacature ch'erano fatte d'argilla misciata con egual porzione di sabbia vetricibile. Il fornello aveva 23. piedi d'altezza. Per la bocca (così chiamasi l'apertura superiore del fornello) s'introdussero i carboni accesi che cavavansi dai piccoli forni d'esperienza, e successivamente se ne introdusse una quantità assai grande per riempiere il basso del fornello fino al tino (così chiamasi il luogo della maggior capacità del fornello) il quale in questo arrivava a 7. piedi, e 2. pollici d'altezza perpendicolare oltre il fondo

del crogiuolo. Con questo mezzo s'incominciò a comunicare al fornello un calore, che non si palesò nella parte più alta del medesimo.

Alli 10. di Settembre per l'apertura del crogiuolo si levarono tutte le bragé ridotte in cenere, e votatolo perfettamente, vi si posero alcuni carboni ardenti, ed altri carboni al di sopra fino alla quantità di 600. libbre di peso; in seguito se li lasciò prender fuoco, e il giorno dopo 11. Settembre si finì di colmare il fornello con 4800. libbre di carbone, onde venne a contarne in tutto 5400. libbre portatevi in cento trentacinque ceste di quaranta libbre l'una, oltre la tara.

Lascioſſi in tutto questo tempo aperta l'entrata del crogiuolo, e ben chiusa quella del bucolare, affine d'impedire che il fuoco si comunicasse ai mantici. Il primo effetto del gran calore prodotto dalla lunga dimora delle bragie ardenti, e da questo primo abbruciamento di carbone, si scoprì da una piccola fenditura che si fece nella pietra del fondo all'entrata del crogiuolo, e da un'altra fenditura nella pietra dai Francesi detta *tympe* (1). Contuttociò il carbone, ch' era molto acceso abbasso, non lo era, che

a una

(1) L'uso di essa veggasi nell' Indice delle materie al titolo *tympe*.

a una piccolissima altezza, e fino al giorno 12. Settembre alle sei ore della sera il fornello non mandava che pochissimo fumo all' apertura superiore, poichè codesta, come nemmeno l' apertura del crogiuolo non era chiusa.

Alle nove ore della sera dello stesso giorno la fiamma arrivò fino al di sopra del fornello, ed essendo divenuta vivissima, alle dieci ore della sera si turò l' apertura del crogiuolo. La fiamma comecchè scemata da quella soppressione della corrente dell' aria, tuttavia durante la notte, e il giorno seguente si mantenne, per modo che all' indimani 13. Settembre, verso le quattro ore della sera, il carbone erasi diminuito d' alquanto più che quattro piedi. A quell' ora medesima si empiè di nuovo il vuoto con undici ceste di carbone del peso tutt' insieme di 440. libbre; quindi il fornello è stato caricato in tutto di 5840. libbre di carbone.

In seguito si turò l' apertura superiore del fornello con un largo coperchio di forte latta lutato all' intorno di argilla e sabbia mischiata con polvere di carbone, e carico all' altezza d' un piede di polvere di carbone bagnata: mentre chiudevasi si osservò che la fiamma non lasciava di farsi sentire assai fortemente nell' interior del fornello, ma in meno d' un minuto la fiamma cessò dal farsi udire, o non si sentì più alcun rumore, nè mormorio, talchè si sarebbe potuto pensare

che

che tolta alla cavità del fornello la comunicazione dell'aria, il fuoco vi si fosse spento del tutto.

Alli 28 Settembre, alle dieci ore della mattina s'aprì con precauzione l'apertura superiore del fornello per timore di rimaner soffocati dal vapor del carbone; ma prima d'aprirla osservai che il calore aveva penetrato fino a quattro piedi e mezzo nella grossezza del massiccio che forma la torre del fornello, e che questo calore molto grande in vicinanza della *bure* (così chiamasi la parte superiore del fornello che s'innalza al di sopra del suo terrapieno). A misura però che si andava verso la cavità, le pietre erano cotanto infuocate che non era possibile il toccarle per un momento; il calcistruzzo nelle commettiture delle pietre era in parte abbruciato, e sembrava che il calore fosse anche molto maggiore nel basso del fornello, imperciocchè le pietre al di sopra della così detta *tympa*, e del bucolare erano eccessivamente calde in tutta la loro grossezza fino a 4 o 5 piedi.

All'aprirsi della bocca del fornello, subitamente ne uscì un vapor soffocante, da cui fu d'uopo allontanarsi, e che offese la testa della maggior parte degli astanti. Tostochè fu dissipato quel vapore, misurato quanto si fosse diminuito il carbone rinchiuso, e pri-

vo

vo d'aria libera per lo spazio di quindici giorni, si ritrovò abbassato di 14 piedi, e 5 pollici d'altezza, talmente che era vuota tutta la parte superiore dal fornello quasi fino al tino.

Osservando poscia la superficie di quel carbone, ch'era prima assolutamente nero, e senza fiamma, vi scorsi una piccola fiamma allora allora nascente, la quale in meno d'un ora da azzurognola divenne rossa nel centro, e si sollevò quasi 2 piedi al di sopra del carbone.

Un'ora dopo d'averne sturata la bocca, feci aprire l'entrata del crogiuolo, e la prima cosa che mi si presentasse non fu fuoco come avrebbesi potuto supporre, ma scorie derivanti dal carbone, simili a una leggiera schiuma di ferro; queste scorie erano in quantità assai grande, ed occupavan tutto l'interno del crogiuolo dalla *tympa* fino alla così detta *rustina*, ma il più singolare si è che, quantunque essa non fosse stata prodotta se non da un gran calore, aveva però trattenuto questo stesso calore più che il crogiuolo, per modo che le parti di essa che trovavansi al fondo, non erano, per così dire, che tiepide; e ciò non ostante s'erano attaccate al fondo, ed alle pareti del crogiuolo, e ne avevano ridotto in calce qual-

che

che porzione fino alla profondità di più di tre o quattro pollici.

Feci prender fuori e mettere a parte quella scoria di ferro per esaminarla, e si cavò anche la calce dal crogiuolo, e dalle parti vicine ad esso, ch'era in quantità assai grande. Una tale calcinazione fatta per mezzo del fuoco senza fiamma, mi parve derivare in parte dall'azione delle scorie del carbone, ed ho stimato che questo fuoco sordo e senza fiamma fosse troppo secco; e credo altresì che, se io avessi col carbone mischiata qualche porzione di scoria o di terra vetriscibile, codesta avrebbe servito d'alimento al calore, ed avrebbe somministrato delle materie fondenti, che avrebbero preservato dalla calcinazione la superficie dell'edifizio del fornello.

Che che ne sia però, da questa sperienza risulta che il calor solo, cioè il calore oscuro, rinchiuso, e privato d'aria quanto è possibile, produce col tempo effetti simili a quelli del fuoco più attivo, e più luminoso. Noi sappiamo ch'esser deve violento per calcinare la pietra; ed io fra tutte le pietre calcarie, la meno calcinabile, cioè la più resistente al fuoco scelta aveva per la costruzione dell'opera, e del cammino del mio fornello: tutte queste pietre erano poi state tagliate, e collocate con accorgimento, poichè i più piccoli pezzi erano d'un piede di

gros-

grossezza, d'un piede e mezzo di larghezza sopra tre e quattro piedi di lunghezza, volume, in cui la pietra è molto più difficile a calcinarsi di quel che sia quando è ridotta in rottami. Eppure quel solo calore ha non solamente calcinato le pietre alla profondità quasi d'un mezzo piede, ma eziandio abbruciato le intonacature fatte d'argilla, e di sabbia senza fonderle come io avrei voluto che seguisse, perciocchè allora le commettiture della costruzione del fornello si sarebbero conservate piene, invece che il calore seguendone la direzione ha ancora calcinate le pietre, massime nei lati delle medesime. A oggetto di meglio far intendere però gli effetti di questo calore oscuro, e concentrato, devo osservare. 1.° Che essendo il massiccio del fornello grosso 28 piedi da due lati, e 24 da due altri lati; e la cavità in cui era contenuto il carbone, non essendo nella sua maggior larghezza che di 6 piedi, i muri compiti, che circondano questa cavità avevano 9 piedi di grossezza di fabbrica a calce e sabbia nelle parti meno grosse; che per conseguenza non si può supporre che l'aria passasse a traverso que' muri di 9 piedi. 2.° Che questa cavità, la quale conteneva il carbone essendo stata turata abbasso al sito del colatojo con calcistruzzo d'argilla mischiata di sabbia all'altezza d'un piede, ed al bucolare, la cui apertura non è più che

di

di alcuni pollici, con questo stesso calcistruzzo che serve per tutte le suture, non è da presumersi che per quelle aperture possa essere entrata aria. 3.° Che la bocca del fornello, essendo anch'essa stata chiusa con una piastra di forte latta intonacata, e coperta anch'essa dello stesso cemento quasi alla grossezza di sei pollici, indi circondata, e coperta di polvere di carbone mischiata a questo stesso cemento all'altezza di sei altri pollici, da codest' ultima apertura veniva proibito l'accesso all'aria. Noi possiamo quindi esser certi che non vi era aria circolante in tutta quella cavità, la capacità della quale era di 330 piedi cubici, e che avendola empita di 5400 libbre di carbone, il fuoco soffogato in essa non ha potuto essere nodrito che della piccola quantità d' aria contenuta negli spazj, che lasciano i pezzi di carbone sovraposti; e siccome i pezzi di questa materia posti gli uni sopra gli altri lasciano de' grandissimi voti, supponendone metà, o anche tre quarti, in questa cavità non vi aveva che 165, o tutt' al più 248 piedi cubici d'aria. Ora il fuoco del fornello ravvivato da' mantici consuma questa quantità d'aria in meno d'un mezzo minuto, eppure sembrerebbe che avesse potuto per lo spazio di quindici giorni mantenere il calore, ed anche accrescerlo quasi egualmente che il fuoco libero, poichè ha prodotta la calcinazio-

ne delle pietre alla profondità di quattro pollici nel fondo, ed a quella di più di due piedi nel mezzo, e in tutta l'estensione del fornello, come si dirà fra poco. E siccome ciò mi pareva assai difficile d'intendere, ho a prima giunta pensato che alli 248 piedi cubici d'aria contenuti nella cavità del fornello, aggiungere si dovesse tutto il vapore dell' umidità de' muri, che il concentrato calore avrà certamente attratta, e di cui non è possibile di fare un giusto calcolo. Questi sono i soli alimenti che o in qualità d'aria, o in istato di vapori acquosi questo grandissimo calore ha consumato in quindici giorni; perciocchè nell' abbruciamento del carbone poco o niente d' aria sprigionasi, quantunque dal legno d' elce bene secco se ne sviluppi più d' un terzo del peso totale (1); quest' aria fissa contenuta nel legno ne viene scacciata dalla prima operazione del fuoco che la converte in carbone, e se pur ve ne rimane, essa è in quantità così piccola che non può risguardarsi come il supplemento dell' aria che mancava qui per mantenere il fuoco. Quindi questo calore grandissimo che crebbe a segno di calcinare profondamente le pietre è stato mantenuto da soli 248 piedi cubici d'aria, e da' vapori dell' umidità

(1) Hales, Statica de' vegetabili, *pag.* 152.

tà dei muri ; il prodotto fucceffivo della quale umidità , quand' anche fi fupponeffe cento volte più confiderabile che il volume dell' aria contenuta nel fornello , verrebbe fempre a formare foltanto 24800 piedi cubici di vapori atti a matenere l' abbruciamento ; quantità che il fuoco libero, ed animato da' mantici confumerebbe in meno di 30 minuti , laddove il calor chiufo non la confuma che in quindici giorni .

Egli è inoltre neceffario d' offervare che lo ftesfo fuoco libero , e follecitato avrebbe confumato in 11 o 12 ore le 3600 libbre di carbone , che il calor ofcuro non ha confumate in quindici giorni : effo non ha dunque avuto che la trentefima parte dell' alimento del fuoco libero , poichè ha impiegato trenta volte egual tempo pel confumo della materia combuftibile , ed eziandio circa fettecento ventinove volte meno d' aria , o di vapori per quefta combuftione . Ciò non per tanto gli effetti di quefto calore ofcuro fono ftati iftefsi che quelli del fuoco libero ; perciocchè quindici giorni di fuoco violento , e ravvivato farebbero ftati neceffarj per calcinare le pietre al medefimo grado che le ha calcinate il calore lafciato a fe , lo che ci dimoftra da una parte l' immenfa perdita di calore che fi fa allorquando efala coi vapori della fiamma , e dall' altra parte i grandi effetti che noi potremmo afpettarci concentran-

trandolo, o, a meglio dire, imprigionandolo, e trattenendolo. Imperciocchè avendo questo calore trattenuto e concentrato prodotti i medesimi effetti del fuoco libero e violento con trenta volte meno quantità di materia combustibile, e settecento venti volte meno d'aria, ed essendo supposto in ragione composta di questi due elementi, devesi conchiudere che nei nostri gran fornelli per fondere le miniere di ferro disperdasi vent'un mille volte più di calore che non se ne applica o alla miniera, o alle pareti del fornello; di maniera che immaginerebbesi che i fornelli di riverbero, ne' quali il calore resta più concentrato dovessero produrre il fuoco più potente. Eppure io ne ho la prova in contrario dall'aver osservato che col fuoco di riverbero della vetreria di Rovelles in Borgogna le nostre miniere di ferro non meno s'erano agglutinate, laddove fondonsi in meno di 12 ore al fuoco de' miei fornelli a mantice: questa differenza appartiene al principio ch'io ho dato, cioè che il fuoco o per la sua velocità, o pel suo volume produce effetti del tutto diversi su certe sostanze come su la miniera di ferro, ed all'opposto può produrne de' somiglianti su d'altre sostanze come sulla pietra calcarea. La fusione in generale è un'operazione pronta che deve avere maggior rapporto colla celerità del fuoco, che non la calcinazione, la quale è sempre lenta,

ta, e deve in molti casi avere maggior rapporto col volume del fuoco, o colla lunga sua dimora, che colla sua celerità. Vedrassi coll'esperienza seguente che questo stesso calore trattenuto, e concentrato non fa verun effetto sulla miniera di ferro.

Seconda Sperienza.

Dopo d'aver fuso della miniera di ferro per lo spazio di circa quattro mesi, feci liquefare le ultime ferracce in quel medesimo fornello di 23 piedi d'altezza, riempiendolo sempre con carbone, ma senza miniera, affine di trarne tutta la materia fusa: indi tostochè m'assicurai che più non ve ne restava, feci sospendere l'azione de' mantici, e turare esattamente l'apertura del bucolare, e quella del colatojo, che fu murato con mattoni e calcistruzzo d'argilla mischiata con sabbia. Feci in seguito portar sul carbone tanta miniera, quanta entrar ne poteva nel voto esistente al di sopra del fornello, e in quella prima volta ve ne vollero ventisette misure di 60 libbre, cioè 1620 libbre per cogguagliare il livello della bocca superiore del fornello. Dopo di ciò, feci chiudere l'apertura coll'egual piastra di forte latta, e con calcistruzzo d'argilla, e sabbia, ed eziandio con una gran quantità di polvere di carbone: è facile l'immaginarsi qual' immenso calore io rinchiudessi così nel fornello, poichè

chè tutto il carbone dall' alto al basso era infuocato quand' io tolsi l' azione dell' aria; tutte le pietre delle pareti erano rosseggianti pel fuoco che già da quattro mesi penetrate le aveva; e tutto questo calore non poteva esalare se non per via di due piccole fenditure che fatte si erano nel muro, e che io, per togliergli anche codeste uscite, feci riempiere di buon calcistruzzo: fatta aprire dopo tre giorni la bocca superiore vidi non senza sorpresa che, malgrado quest' immenso calore rinchiuso nel fornello, il carbone acceso, quantunque compresso dalla miniera, e caricato di 1620 libbre, non erasi in tre giorni, ossia in 72 ore abbassato più che 16 pollici. Feci sul momento riempiere que' 16 pollici di vòto con 25 misure di miniera del peso tutt' insieme di 1500 libbre, ed avendo dopo tre giorni fatta schiudere quella stessa apertura della bocca superior del fornello, trovai il medesimo voto di 16 pollici, e per conseguente la stessa diminuzione, o se vuolsi lo stesso abbassamento del carbone; lo feci di nuovo riempiere con 1500 libbre di miniera, e quindi se ne erano già poste 4620 libbre sul carbone, ch' era tutto infuocato fin quando erasi incominciato a chiudere il fornello. Sei giorni dopo, avendo per la terza volta fatto sturare la bocca superiore, ritrovai che in quello spazio di tempo il carbone erasi abbassato di soli 20 pollici, i quali furono riempiti con 1860 libbre di mi-

niera; e finalmente da lì a nove giorni apertasi per la quarta volta, scorsi che in que' nove ultimi giorni il carbone non erasi abbassato che 21 pollici, ai quali suplii con 1920 libbre di miniera, sicchè il fornello veniva a contenerne in tutto 8400 libbre. Chiusesi di nuovo la bocca superiore del fornello colle medesime cautele; all' indomani, cioè ventidue giorni dopo averla turata per la prima volta, feci rompere la piccola muraglia di mattoni che chiudeva l' apertura dello scolatojo, lasciando sempre chiusa quella della bocca superiore, affine d' impedire la corrente dell' aria, che avrebbe potuto infiammare il carbone. La prima cosa che si cavò dall' apertura dello scolatojo furono alcuni pezzi ridotti in calce della costruzione del fornello; vi si trovarono eziandio alcuni piccoli pezzi di schiuma di ferro, ed alcuni altri di fusione imperfetta, ed in circa una libbra e mezza di buonissimo ferro che formato si era per coagulazione. Si cavò quasi una carrettata di tutte codeste materie, fralle quali eranvi alcuni pezzi di miniera abbruciata, e quasi ridotta in cattiva scoria: questa miniera abbruciata derivava non già da quella ch' io aveva fatto porre su i carboni dopo aver sospesa l' azione dell' aria, ma bensì da quella ch' eravi stata gittata sopra verso la fine della fusione ch' erasi attaccata alle pareti del fornello, ed in seguito era caduta nel crogiuolo colle parti

di

di pietre calcinate, alle quali scorgevasi unita.

Estratte che furono queste materie, si fè cadere anche il carbone: il primo che comparve era appena rosso, ma divenne rossissimo tosto che fu esposto all'aria, quantunque non si perdesse un momento a cavarlo, e spegnerlo nel tempo istesso con gittarvi sopra dell'acqua. Chiusa essendo esattamente la bocca superiore, il carbone, com'anche tutta la miniera di cui l'avevo fatto caricare si prese fuori per l'apertura del colatojo. La quantità di questo carbone tratto dal fornello arrivava a cento quindici sporte; talchè nello spazio di ventidue giorni di calor cotanto violento pareva che consunte non se ne fossero che diciassette sporte; ma perciocchè tutta la capacità del fornello non ne conteneva più che cento trentacinque, dalle quali, siccome allorchè s'è chiuso il fornello eranvi sedici pollici e mezzo di voto, bisogna sottrarre due sporte, che sarebbero state necessarie a colmare un tal vacuo.

Sopraffatto da questo oltre misura piccolo consumo di carbone prodotto in ventidue giorni dall'azione del calore più violento che possa concentrarsi giammai, osservai più da vicino que' carboni, e vidi che quantunque essi perduto avessero così poco del loro volume, molto perduto avevano della massa; e che, quantunque l'acqua colla quale

erano ſtati ſpenti, reſo aveſſe loro porzione del peſo, trovavanſi tuttavia all' incirca d'un terzo più leggieri di quel che foſſero, allorchè erano ſtati gettati nel fornello. Contuttociò avendoli fatti traſportare alle piccole fucine de' martinetti, e della batteria, trovaronſi ancora atti ad arroventire le piccole ſpranghe di ferro, che ſottoponġonſi a que' martelli.

Nel tempo che cavavaſi il carbone, ſi cavò anche la miniera, e ſi ebbe l' attenzione di ſepararla, e metterla a parte. Il violentiſſimo calore, a cui era per sì lungo tempo ſtata eſpoſta, non l'aveva fuſa, nè abbruciata, nè tampoco unita inſieme; i grani erano ſoltanto divenuti più liſci, e più lucidi; la ſabbia vetriſcibile, e le piccole ſelci delle quali era frammiſchiata, non s'erano fuſe, e mi parve ch' eſſa perduta non aveſſe ſe non l' umidità che conteneva da prima, perciocchè non ſi era ſcemata che d' un quinto in peſo, ed incirca d' un venteſimo in volume, e queſt' ultima quantità di diminuzione eraſi oſſervata eziandio nel carbone.

Da queſta ſperienza riſulta: 1.° Che il calore più violento e più concentrato per lunghiſſimo tempo, non giunge ſenza il ſoccorſo, e rinnovamento dell'aria a fondere la miniera di ferro, e neppure la ſabbia vetriſcibile; laddove un calore della medeſima ſpecie, e molto minore può calcinare tutte

le

le materie calcarie. 2.° Che il carbone penetrato dal calore, o dal fuoco incomincia a perdere della sua massa molto tempo prima di scemare in volume, e che prima di tutto perde le parti più combustibili che contiene. Imperciocchè paragonando questa seconda sperienza colla prima, come può egli addivenire che la stessa quantità di carbone venga da un calore molto mediocre consumata più prontamente, che non da uno violentissimo quant' esser può, mentre amendue sono egualmente privi d' aria, egualmente rattenuti, e concentrati nel medesimo vase chiuso? Nella prima sperienza, il carbone che in una cavità quasi fredda non aveva provato che la leggiera impressione d' un fuoco, soffogato nel momento medesimo ch' era comparsa la fiamma, tuttavia erasi scemato di due terzi in quindici giorni; laddove il medesimo carbone infuocato quanto può esserlo dall' azione de' mantici, e dal ricevere l' immenso calore delle pietre roventi che lo circondavano, in ventidue giorni non si è diminuito d' un sesto. Questo non potrebbe spiegarsi se non si riflettesse che nel primo caso il carbone aveva tutta la sua densità, e conteneva tutte le sue parti combustibili, invece che nel secondo caso, essendo esso nello stato della più forte incandescenza, tutte le sue parti più combustibili erano già abbruciate. Nella prima sperienza il calore prima assai mediocre anda-

va sempre crescendo a misura che la combustione aumentava, e si propagava vieppiù nell' intera massa del carbone; e nella seconda sperienza il calore eccessivo andava diminuendo a misura che il carbone terminando di abbruciare non poteva più somministrare il calore di prima, perciocchè la sua combustione al tempo che fu rinchiuso, era già molto inoltrata; e questa è la vera cagione della differenza degli effetti. Il carbone della prima sperienza contenendo tutte le sue parti combustibili, abbruciava meglio, e consumavasi più prontamente di quello della seconda, il quale privo quasi del tutto di materia combustibile non poteva accrescere il suo fuoco, e nè anche trattenerlo allo stesso grado se non pel riverbero di quello dei muri del fornello; ed è per codesta sola ragione che la combustione andava sempre scemando, ed alla fine è stata molto minore e più lenta dell' altra, che andava sempre crescendo, e si è fatta in minor tempo. Tosto che venga tolto interamente l' accesso all' aria, e le materie rinchiuse non ne contengano che poco o niente nella loro sostanza, per violento che sia il calore, non si consumeranno; ma se negl' interstizj della materia vi rimarrà una certa quantità d' aria, essa si consumerà tanto più presto, quanto maggior quantità d' aria potrà somministrare a se stessa. 3.° Risulta altresì da queste sperienze, che il calore anche più vio-

violento se non è alimentato produce minor effetto che calore più piccolo che trovi alimento; il primo è, per così dire, un calor morto, che non si fa sentire se non per lo suo dissipamento; il secondo è un fuoco vivente che cresce a proporzione degli alimenti che consuma. Per riconoscere cosa possa produrre codesto calor morto, cioè codesto calore spogliato d'ogni alimento, ho fatto la seguente sperienza.

Terza Sperienza.

Tratto per via dell'apertura del colatojo tutto il carbone che si conteneva nel fornello, e votato interamente codesto della miniera, e d'ogni altra materia, feci murare di nuovo l'apertura, e chiudere colla maggior attenzione quella della bocca superiore, mentre tutte le pietre delle pareti del fornello erano ancora eccessivamente calde; l'aria non poteva dunque entrar nel fornello, e raffreddarlo, ed il calore non poteva uscirne che a traverso dei muri di 9 piedi di grossezza; ed altronde nella sua cavità, la quale era assolutamente vota, non vi aveva alcuna materia combustibile, nè verun' altra sostanza. Osservando quindi ciò che era per succedere, m'accorsi che tutto l'effetto del calore si portava in alto, e che, quantunque esso non provenisse da fuoco vivente, o nodrito da qualche materia com-

bustibile, fece in poco tempo rosseggiare la forte piastra di latta che copriva la bocca superiore; la quale roventezza prodotta dal calore oscuro in quel largo pezzo di ferro, comunicavasi pel contatto a tutta la massa di polvere di carbone che copriva l' intonacatura della piastra, infiammando ancora il legno ch' io vi aveva fatto soprapporre. Il solo svaporamento di questo calore oscuro e morto, che non poteva uscire che dalle pietre del fornello produsse in questo caso il medesimo effetto che il fuoco vivo, ed alimentato. Questo calore tendendo sempre all' alto, e riunendosi tutto all' apertura della bocca superiore al disotto dalla piastra di ferro, la rese rosseggiante, luminosa, e capace d' infiammare materie combustibili; da che si dee conchiudere che coll' accrescere la massa del calor oscuro si può produrre della luce, nella maniera istessa che producesi il calore con aumentare la massa della luce; e che queste due sostanze amendue necessarie all' elemento del fuoco sono reciprocamente convertibili l' una nell' altra.

Al levarsi di questa piastra di ferro che copriva l' apertura superior del fornello, e che il calore avea resa rosseggiante, ne uscì un vapor leggiero, e che parve infiammato, ma si dissipò all' istante: osservai allora le pietre delle pareti del fornello, e mi sembrarono profondissimamente, e nella massima parte calcinate; siccome di fatti avendo

la-

lasciato raffreddare il fornello per dieci giorni, si trovarono calcinate fino a due piedi, ed anche due piedi e mezzo di profondità, lo che altronde non poteva derivare che dal calore ch' io aveva rinserrato per fare le mie sperienze, atteso che nelle altre fusioni il fuoco ravvivato da' mantici non aveva giammai calcinato quelle stesse pietre a più di otto pollici di grossezza nei luoghi ne' quali è più vivo, e solamente a due o tre pollici in tutto il resto; invece che tutte le pietre, dal crogiuolo fino al terrapieno del fornello, lo che forma an' altezza di venti piedi, erano generalmente ridotte in calce alla grossezza d' un piede e mezzo, di due piedi, ed anche di due piedi e mèzzo; questo calore rinchiuso non avendo potuto trovar uscita aveva penetrato le pietre molto più profondamente che il calor libero.

Da questa sperienza potrebbonsi trarre i mezzi di cuocer la pietra, e di far la calce con minor dispendio, cioè di diminuire d' assai la quantità della legna, con servirsi d' un fornello ben chiuso in luogo de' fornelli aperti; non sarebbe bisogno se non d' una piccola quantità di carbone per convertire in calce in meno di quindici giorni tutte le pietre contenute nel fornello, ed anche, se fosse esattamente chiuso, i muri del modesimo alla grossezza di più d' un piede.

Appena il fornello fu raffreddato a ſegno di permettere agli operaj di lavorarvi dentro, fummo obbligati di demolirne tutto l'interno dall'alto al baſſo alla groſſezza circolare di quattro piedi, e ne cavammo 54 moggia di calce, ſulla quale feci le ſeguenti oſſervazioni: 1.° tutta queſta pietra, la di cui calcinazione eraſi ottenuta a fuoco lento, e concentrato, non era divenuta tanto leggiera quanto la pietra calcinata nella maniera ordinaria; poichè queſta, come ho già detto, perde a un dipreſſo la metà del ſuo peſo, e quella del mio fornello non ne aveva perduto che tre ottavi: 2.° eſſa non imbeveſi d'acqua colla medeſima rapidità che la calce viva ordinaria, ed allorchè s'immerge non dà ſubito alcun ſegno di calore, nè di ebullizione, ma poco dopo ſi gonfia, ſi divide, e ſollevaſi in maniera che non è neceſſario di ſmuoverla, come ſi uſa per eſtinguere la calce viva ordinaria. 3.° queſta calce ha un ſapore molto più acre della calce comune, e per conſeguente contiene molto più d'alkali fiſſo: 4.° eſſa è più tenace e più forte dell'altra calce, e tutti gli operaj ne adoperaro in circa due terzi meno dell'altra, ed aſſicurano che il calciſtruzzo è tuttavia eccellente: 5.° queſta calce non s'eſtingue all'aria ſe non dopo lunghiſſimo tempo; un giorno o due baſtano a ridurre la calce viva comune in polvere all'aria libera, e queſta reſiſte all impreſſio-

sione dell'aria per lo spazio d'un mese, o di cinque settimane: 6.° invece di ridursi in farina, o in polvere secca come la calce comune, conserva questa il suo volume, e quando dividesi ammaccandola, tutta la massa sembra duttile e penetrata d'una umidità grassa e tenace, la quale non può derivare che dall'umido dell'aria, che la pietra ha potentemente attratto ed assorbito nello spazio delle cinque settimane impiegate alla sua estinzione: del resto la calce che comunemente traesi dai fornelli di ferriera ha tutte queste stesse proprietà; dunque il calore oscuro e lento produce anche qui i medesimi effetti del fuoco più vivo, e più volento.

Da questo abbattimento dell'interior del fornello s'ottennero 232 pezzi di pietre da taglio tutti calcinati più o meno profondamente: que' pezzi avevano comunemente quattro piedi di lunghezza, e la maggior parte era in calce fino a diciotto pollici; gli altri a due piedi, ed anche due piedi e mezzo, e questa porzione calcinata separavasi agevolmente dal resto della pietra ch era sana, ed anche più dura che quando era stata collocata per fabbricare il fornello. Questa osservazione mi allettò a fare le sperienze seguenti.

QUARTA SPERIENZA.

Ho fatto pesare nell' aria e nell' acqua tre pezzi di queste pietre, le quali come ognun vede, avevano tollerato il maggior calore che provar possano senza ridursi in calce, e ne confrontai il peso specifico con tre altri pezzi quasi dello stesso volume che aveva fatti levare da altri massi della medesima pietra, che io non aveva adoperati per la costruzion del fornello, e per conseguenza nemmeno scaldati, ma che per altro erano stati cavati dalla medesima petriera nove mesi prima, ed esposti al Sole, ed all'aria. Ritrovai che lo specifico peso delle pietre riscaldate per cinque mesi a così gran fuoco, era cresciuto, e ch' esso in paragone di quello della medesima pietra non iscaldata era costantemente maggiore d' un. 81.° nel primo pezzo, d' un 90.° nel secondo, e d' un 85.° nel terzo: dunque la pietra scaldata al grado vicino a quello della calcinazione acquista almeno un 86.° di massa, mentre perde tre ottavi nella calcinazione, la quale esige un solo grado di calore di più. Questa differenza non può derivare se non perchè ad un certo grado di calor violento, o di fuoco, tutta l'aria, e tutta l' acqua trasformate in materia fissa nella pietra, racquistando la loro prima natura, la loro elasticità, la loro

ro

ro volatilità sprigionansi allora dalla pietra e sollevansi in vapori, che il fuoco rapisce, e seco trasporta: questa è una nuova prova che la pietra calcaria è per la maggior parte composta d'aria, e d'acqua fissate e trasformate in materia soda per mezzo del feltro animale.

Dopo queste sperienze ne feci dell'altre su la medesima pietra scaldata a un minor grado di calore, ma per eguale spazio di tempo: a questo fine ne feci distaccare tre pezzi dalle pareti esteriori del cerchio del bucolare, e in un sito in cui il calore era a un di presso di 95 gradi, imperciocchè lo zolfo applicato contra il muro s'ammolliva, ed incominciava a liquefarsi; e poichè questo è il grado di calore più vicino a quello in cui lo zolfo passa in fusione. Avendo da tre sperienze simili alle precedenti rilevato, che la stessa pietra scaldata a quel grado per cinque mesi era cresciuta di peso specifico un 65.°, cioè quasi un quarto di più di quella che aveva tollerato il grado di calore prossimo a quello della calcinazione, da questa differenza conchiusi che la pietra che aveva sostenuto il maggior fuoco incominciasse a disporsi alla calcinazione, laddove quella che non aveva tollerato che un calor minore, conservate aveva tutte le parti fisse depostevi dal medesimo.

Per soddisfarmi appieno fu questo sogget-

to, e riconoſcere ſe tutte le pietre calcarie aumentano di peſo ſpecifico per mezzo d'un calore coſtantemente e lungamente applicato, feci ſei altre ſperienze ſopra due altre ſpezie di pietre. Quella di cui era coſtrutto l'interior del mio fornello, e di cui m'era valuto per le ſperienze precedenti, chiamaſi nel noſtro paeſe *pietra da fuoco*, perchè reſiſte più di tutte l'altre pietre calcarie all'azione del fuoco. La ſua ſoſtanza è compoſta di piccole arene calcarie inſieme unite per mezzo d'un cemento petroſo che non è molto duro, e laſcia alcuni interſtizj voti; il ſuo peſo nondimeno ritrovaſi d'un 20 circa maggiore di quello dell'altre pietre calcarie. Avendone cimentati molti pezzi al fuoco delle mie fucine, fu d'uopo per calcinarli più del doppio del tempo neceſſario per ridurre in calce le altre pietre; onde poſſiamo aſſicurarci che le ſperienze precedenti ſono ſtate fatte ſulla pietra calcaria più refrattaria al fuoco. Le pietre colle quali io ſono per confrontarla erano anch'eſſe pietre calcarie buoniſſime, colle quali formanſi i più bei pezzi per fabbriche, l'una ha la grana fina e denſa quaſi come quella del marmo, l'altra ha una grana alquanto più groſſa; amendue però compatte e fitte, amendue atte a ſomminiſtrare dell'eccellente calce grigia, più tenace, e più forte della calce comune, ch'è più bianca.

Aven-

Avendo pesati nell' aria, e nell' acqua tre pezzi scaldati, e tre altri non iscaldati di quella prima pietra, la grana della quale era più fina, ritrovai ch' essa aveva guadagnato un 56.° di peso specifico, per mezzo della per cinque mesi costante applicazion d' un calore all' incirca di 90 gradi, come riconobbi dall' essere vicina a quella, di cui aveva fatto rompere i pezzi nella volta esteriore del fornello, e dal non liquefarsi più il zolfo contra le sue pareti. Avendone dunque fatti levare tre pezzi ancora caldi per pesarli, e confrontarli con altri pezzi della medesima pietra, ch' erano rimasti esposti all' aria libera, ho veduto che uno di essi era cresciuto d' un 60.°, il secondo d' un 62.°, il terzo d' un 56.°. Laonde quella pietra di grana fina crebbe di peso specifico quasi un terzo di più della pietra da focolare scaldata al grado vicino a quello della calcinazione, ed all' incirca un 7.° di più di codesta medesima pietra da focolare scaldata a 95 gradi, ch' è quanto dire, a un calore a un dipresso eguale.

La seconda pietra di grana men fina formava un filare intero della volta esteriore del fornello, ed io potei a mio agio sceglierne i pezzi ch' eranmi necessarj per l' esperienza in un luogo, il quale avea tollerato per l' ugual tempo di cinque mesi lo stesso grado 95 di calore, che sostenuto avea la pietra da focolare; quindi avendone

fat-

fatti rompere tre pezzi, ed essendomi munito di tre altri che non erano stati scaldati, trovai che il primo di questi pezzi era cresciuto d'un 54.°; il secondo d'un 63.°; ed il terzo d'un 66.°, cioè che dà per misura media un 61.° d'aumento in peso specifico.

Da queste sperienze risulta, 1.° che tutta la pietra calcaria scaldata a lungo acquista in massa, e diventa più pesante; e codesto aumento non può derivare che dalle particelle di calore che la penetrano, le quali per la loro lunga dimora, con essa combinandosi, sotto forma fissa ne diventano allora parti costituenti: 2.° che quest' aumento di peso specifico, essendo d'un 61.°, o d'un 56.°, o d'un 65.°, non trovasi variare nel nostro caso se non per la differente natura delle pietre; poichè quelle che hanno la grana più fina, sono altresì quelle la massa delle quali viene dal calore accresciuta di più, perchè essendo più piccoli i pori di esse, il calore vi si fissa per entro più facilmente, ed in maggior copia: 3.° che la quantità del calore che fissasi nella pietra è ancora molto maggiore di quello che venga indicato dall' aumento della massa; imperciocchè il calore per fissarsi nella pietra ha incominciato dal discacciarne tutte le parti umide che conteneva: si sa che distillando la pietra calcaria in una storta ben chiusa, si cava dell' acqua pura fino alla concorrenza d'un sedicesimo

del

del suo peso ; ma siccome un calore di 95. gradi, benchè applicato per cinque mesi, potrebbe a questo riguardo produrre minori effetti, che il fuoco violento che applicasi al vaso in cui distillasi la pietra, riducendo alla metà , ed ai tre quarti la quantità d'acqua tolta alla pietra dal calore di 95 gradi, non si potrà non accordare che la quantità del calore che si è fissato in questa pietra non sia d'un 60.° indicato dall' aumento del peso specifico , ed eziandio d' un 64.° pel quarto della quantità d'acqua che essa conteneva , e che questo calore ne avrà fatto uscire ; talmente che si può senza timor d'ingannarsi asserir certamente che il calore che penetra nella pietra, essendo alla medesima lungamente applicato , vi si fissa in quantità bastante ad aumentarne la massa almeno d'un trentesimo, anche sul supposto ch' esso in così lungo spazio di tempo scacciato non abbia che un quarto dell'acqua che la pietra conteneva.

Quinta Sperienza.

Tutte le pietre calcarie , il peso specifico delle quali accrescesi per la lunga applicazion del calore, acquistano da questa specie di diseccamento maggior durezza , che non avevano prima. Volendo riconoscere se questa durezza fosse permanente , e se forse perdessero col tempo non solo questa qualità , ma

ma quella ancora dell' aumento di denſezza acquiſtato per mezzo del calore, feci eſporre alle ingiurie dell' aria parecchj pezzi delle tre ſpecie di pietre delle quali mi era ſervito per le ſperienze precedenti, i quali tutti erano ſtati più o meno ſcaldati per cinque meſi. In capo a quindici giorni, ne' quali vennero delle piogge, avendole fatte taſtare e battere col martello da quello ſteſſo operajo che le aveva trovate duriſſime quindici giorni prima, il medeſimo meco riconobbe che la pietra da focolare ch' era la più poroſa, e la di cui grana era più groſſa, non era già più così dura, e laſciavaſi più facilmente lavorare. Le due altre ſpecie poi, e maſſime quella di grana più fina, che avevano conſervata la ſteſſa durezza, la perdettero tuttavia in meno di ſei ſettimane. Avendole allora fatte ſperimentare alla bilancia idroſtatica, conobbi ch' eſſe avevano perduto eziandio una quantità aſſai grande della materia fiſſa che il calore vi aveva depoſitato. Contuttociò dopo molti meſi eſſe erano ancora ſpecificamente più peſanti d' un 150.° o d' un 160.° di quelle che non erano ſtate ſcaldate. Allora eſſendo troppo difficile lo ſcoprire la differenza tra que' pezzi, e quelli che non erano ſtati ſcaldati, giacchè tutti erano ſtati egualmente eſpoſti all' aria, fui sforzato di non andar più oltre con queſta ſperienza; ma ſon perſuaſo che coll' andare di molto tempo que-

queste pietre avrebbero perduto tutto il peso acquistato. Lo stesso fu della durezza: dopo essere state per alcuni mesi esposte all' aria, gli operaj le hanno lavorate tanto facilmente, quanto le altre pietre della stessa specie, che non erano state scaldate.

Da questa sperienza risulta che le particelle di calore che fissansi nella pietra, non vi sono, come ho detto, sforzatamente unite: che quantunque essa le conservi dopo l'intero suo raffreddamento, ed assai lungamente, se sia preservata da ogni umidità, le perde nondimeno a poco a poco per le impressioni dell' aria e della pioggia; senza dubbio perchè l' aria e l'acqua hanno colla pietra maggior affinità, che colle particelle di calore che vi si erano insinuate. Questo calore fisso non è più attivo, anzi è, per così dire, morto ed interamente passivo, e in tale stato ben lungi di potere scacciare l'umidità, ne viene anzi scacciato, ed essa ritorna ad occupare gli spazj al medesimo ceduti. Nelle altre materie però, le quali non hanno coll'acqua tanta affinità come la pietra calcaria, codesto calore una volta fissato non vi soggiorna egli costantemente, e per sempre? Questo è quanto io ho procurato di confermare coll' esperienza seguente.

SESTA SPERIENZA.

Presi parecchj pezzi di ferro di getto fatti rompere nelle ferracce, i quali avevano servito molte volte a sostenere le pareti del cammino del mio fornello, e che per conseguenza erano stati scaldati tre volte per lo spazio di quattro o cinque mesi di seguito al grado di calore che calcina la pietra; imperciocchè queste ferracce avevano sostenuto le pietre o i mattoni dell' interno del fornello, e non erano riparate dall' azione immediata del fuoco, se non per mezzo d' una pietra grossa di tre o quattro pollici che formava l' ultimo ordine degli ornamenti del fornello; queste ultime pietre, siccome le altre colle quali erano fabbricati gli ornamenti, ridotte si erano in calce in ogni fusione, e la calcinazione era sempre penetrata quasi otto pollici in quelle ch' erano state esposte all' azione più violenta del fuoco; quindi le ferracce, le quali restavano solo quattro pollici coperte da queste pietre, avevano certamente sofferto il grado di fuoco uguale a quello che produce la perfetta calcinazione della pietra, e l' avevano sofferto tre volte per quattro o cinque mesi di seguito. I pezzi di codesta fusione di ferro ch' io feci rompere non si separavano dal resto della ferraccia, se non a colpi di mazza moltissimo replicati, mentre

tre alcune ferracce di questo medesimo getto, le quali non avevano tollerata l' azione del fuoco erano fragilissime, e dividevansi in pezzi ai primi colpi di mazza: allora riconobbi che questa fusione scaldata a un fuoco sì grande per così lungo tempo aveva acquistato molto maggior durezza, e tenacità che non aveva da prima, e molto più ancora di quella che acquistata ne avevano le pietre calcarie. Da questo primo indizio giudicai, che avrei trovato una differenza ancora più grande nel peso specifico di questa fusione scaldata sì a lungo. Di fatti il primo pezzo ch' io cimentai alla bilancia idostratica pesava nell' aria 4 libbre, 4 once, 3 dramme, o 547 dramme; lo stesso pezzo pesava nell' acqua 3 libbre, 11 once, 2 dramme e mezzo, cioè 474 dramme e mezzo, che forma la differenza di 72 dramme e mezzo: l' acqua di cui io mi serviva per le mie sperienze pesava appunto 70. libbre, e il piede cubico, e il volume dell' acqua occupato dal pezzo di questa fusione pesava 72. dramme e mezzo; quindi 72. dramme e mezzo, peso del volume dell' acqua occupato dalla fusione, sono a 70. libbre peso del piede cubico dell' acqua, come 547. dramme peso del pezzo di fusione, sono a 528. libbre 2. once, una dramma, 47. grani peso del piede cubico di questa fusione. Questo peso eccede di molto quello di questa medesima fu-

sio-

ſione quando non è ſtata ſcaldata, ed è una fuſione bianca, la quale comunemente è fragiliſſima, e il di cui peſo non è che di 495 o 500. libbre al più; quindi il peſo ſpecifico trovaſi per mezzo di queſta lunghiſſima applicazion del calore, accreſciuta di 28. ſopra 500., il che forma all' incirca un diciotteſimo della maſſa. Di queſta differenza io m' accertai con cinque ſperienze ſucceſſive, per le quali ebbi l' attenzione di prendere ſempre de' pezzi, ciaſcuno del peſo di quattro libbre almeno, e di paragonarli a uno a uno con pezzi della ſteſſa figura, e di volume a un dipreſſo eguale. Imperciocchè, quantunque ſembri che in queſto caſo la differenza del volume, per grande ch' eſſa ſia, non debba valutarſi, e non poſſa influire ſul riſultato dell' operazione della bilancia idroſtatica; ciò non pertanto quelli che ſono eſercitati nel maneggiarla, ſi ſaranno accorti non meno di me che ſempre più giuſti ne ſono i riſultati, allorchè i volumi delle materie che paragonanſi non ſono molto più grandi l'uno dell'altro. L' acqua, per fluida ch' eſſa ci paja, ha ciò non oſtante un certo piccolo grado di tenacità che più o meno influiſce ſu i volumi più o meno grandi. Altronde v' ha poche materie, che ſieno perfettamente omogenee o uguali nel peſo in tutte le parti eſteriori del volume che metteſi alla prova; quindi per ottenere un riſultato, ſu cui potere preciſamen-

con-

contare, è necessario il paragonare dei pezzi d'un volume consimile, e d'una figura, la quale non sii molto differente, perciocchè se da una parte noi pesiamo un globo di ferro di due libbre, e dall'altra parte una foglia di latta del medesimo peso, alla bilancia idrostatica, troveremo differente il loro peso specifico quantunque sia realmente l'istesso.

Io credo che chiunque rifletterà sulle sperienze precedenti, e su i loro risultati, non potrà mettere in dubbio che il calore per lunghissimo tempo applicato ai differenti corpi che penetra, deposita nel loro interno una grandissima quantità di particelle, le quali diventano parti constituenti della loro massa, e che vi si uniscono, e combinano tanto più, quanto maggiore affinità o rapporto di natura le materie trovansi avere con esse. Munito di queste sperienze, io non ho avuto scrupolo di pubblicare nel mio Trattato degli elementi, che le molecole del calore si fissino in tutt'i corpi, come fissansi quelle della luce, e quelle dell'aria tostochè sia accompagnata dal calore o dal fuoco.

MEMORIA SESTA.

Sperienze sulla Luce, e sul Calore ch' essa può produrre.

ARTICOLO PRIMO.

Invenzione degli Specchj per abbruciare a grandi distanze.

Celebre si è la storia degli specchj ustorj d'Archimede, il quale gl'inventò per la difesa della sua patria, e vibrò, per quanto dicono gli antichi, il fuoco del Sole sulla flotta nemica cui ridusse in cenere, allorchè essa s'accostò alle mura di Siracusa. Ma questa storia, per ben quindici o sedici secoli creduta veridica, è stata prima contraddetta, e in seguito riputata favolosa in questi ultimi tempi. Cartesio nato per giudicare, ed anche per superare Archimede, ha con tuono magistrale pronunciato contro del medesimo; ha negato la possibilità del ritrovato; e la sua opinione prevalse al testimonio, ed alla credenza di tutta l'antichità: i Fisici moderni poi, o ciò sia pel rispetto al loro Filosofo, o per compiacere i loro contemporanei sono stati del medesimo sentimento. Noi non concediamo mai agli Antichi più di quello che togliere non possiamo loro: spinti forse da que' motivi, de' quali l'a-

l'amor proprio, senza che ce ne avvediamo si serve pur troppo spesso, non abbiamo noi naturalmente soverchia inclinazione a rigettare ciò di che siamo debitori a quelli che ci precedettero? e se il nostro secolo più d'un altro mostrasi incredulo deriverebbe ciò mai perchè, essendo esso più illuminato crede di aver maggior diritto alla gloria, e maggiori pretensioni alla superiorità?

Che che ne sia, quest'invenzione era nel caso di parecchie altre scoperte dell'antichità, obbliate appunto perchè alla difficoltà di trovarle si è preferita la facilità di negarle: gli specchj ustorj d'Archimede erano cotanto screditati, che pareva impossibile di rimetterli in credito: imperciocchè per allontanarsi dal giudizio di Cartesio, era mestieri di qualche cosa di più forte che non son le ragioni, ed un solo mezzo rimaneva sicuro veramente, e decisivo, ma difficile, ed azzardoso, quello cioè d'intraprendere di ritrovare gli specchj, e di farne alcuno che produr potesse i medesimi effetti: io ne aveva già da molto tempo concepito il pensiero, e confesserò di buona voglia, che la maggior difficoltà consisteva nel conoscerlo possibile, poichè l'esecuzione mi è riuscita anche al di là delle mie speranze.

Ricercai dunque la maniera di fare degli specchj per ardere a distanze grandi, come di 100., di 200. e 300. piedi: sapeva già

in generale, che cogli specchj per riflessione, non erasi ottenuto giammai d'abbruciare, se non a 15. o 20. piedi al più, e che con quelli che sono refrangenti, la distanza era anche più corta: ben conosceva inoltre ch'era impossibile nella pratica di lavorare uno specchio di metallo, o di vetro tanto esattamente, che abbruciasse a distanze sì grandi; conosceva altresì che a fine di ardere per esempio a 200. piedi, avendo la sfera in questo caso 800. piedi di diametro, niente potevasi sperare dal metodo ordinario di lavorare i vetri, e ben presto mi persuasi che quand'anche trovar si potesse una nuova maniera di dare a' pezzi di vetro, o di metallo grandi una concavità cotanto leggiera, non ne verrebbe ancora se non se un utile pochissimo considerabile, come dirò in appresso.

Ma per proceder con ordine, ricercai prima quanto la luce del Sole perdesse per mezzo della riflessione a distanze differenti, e quali fossero le materie che più fortemente riflettonla. Ritrovai primieramente che i cristalli colla foglia, allorchè sono levigati con qualche attenzione, riflettono la luce più potentemente che i metalli più lisci, ed anche meglio del metallo composto di cui ci serviamo per fare specchj di telescopj; e che quantunque ne' cristalli sianvi due riflessioni, l'una alla superficie, e l'altra all'interiore,

que-

questi non lasciano tuttavia di dare una luce più viva, e più netta che il metallo, il quale produce una luce colorata.

In secondo luogo, ricevendo la luce del Sole in un sito oscuro, e paragonandola colla medesima luce del Sole riflessa per mezzo d'un cristallo, ho trovato che in piccola distanza, come di quattro o cinque piedi, essa non perdeva che all'incirca la metà per mezzo della riflessione, come ho potuto giudicare, facendo sulla prima luce riflessa caderne una seconda anch'essa riflessa; perciocchè la vivacità di queste due luci riflesse mi parve eguale a quella della luce diretta.

In terzo luogo: avendo ricevuta a distanze grandi, come di 100., 200., e 300. piedi, questa stessa luce riflessa per mezzo di grandi cristalli, riconobbi ch' essa quasi niente perdeva della sua forza per la densità dell'aria che aveva da attraversare.

In seguito volli sperimentare le stesse cose colla luce delle candele; e per assicurarmi più esattamente della quantità d'indebolimento, che la riflessione cagiona a questa luce, feci l'esperienza seguente.

Mi sono messo rimpetto a un cristallo di specchio con un libro in mano in una camera, in cui eravi tutto il bujo della notte a segno che io non poteva distinguere alcun oggetto: in una camera vicina, alla distanza incirca di 40. piedi, feci accendere una sola candela di cera, cui feci avvicinare a

poco a poco fin a tanto che potessi distinguere i caratteri, e leggere il libro che aveva in mano, come potei alla distanza di 24 piedi dal libro alla candela; indi avendo rivolto il libro dalla parte dello specchio cercai di leggere per mezzo di questa medesima luce riflessa, e feci riparare con un paravento quella parte di luce diretta che noncadeva sullo specchio, affine di non aver sul mio libro altra luce, se non se la riflessa. Fu d'uopo avvicinare la candela, come fecesi a poco a poco fino a tanto che potessi leggere gli stessi caratteri illuminati dalla luce riflessa; ed allora la distanza del libro dalla candela, compresa eziandio quella del libro dal cristallo, la quale non era più che un mezzo piede, si trovò essere in tutto di quindici piedi. Ripetei più volte questa stessa prova, e n'ebbi sempre pressochè i medesimi risultati; onde ho conchiuso, che la forza, o la quantità della luce diretta è a quella della luce riflessa, come 576. a 225.; quindi l'effetto della luce di cinque candele ricevuta per mezzo d' un cristallo piano, è poco men che eguale a quella della luce diretta di due candele.

La luce adunque delle candele per mezzo della riflessione perde più che la luce del Sole; e questa differenza dipende da che i raggi di luce che partono dalla candela come da un centro, cadono più obbliquamente sullo specchio, e quelli del Sole quasi paral-

rallelamente. Questa sperienza conferma dunque quello che aveva trovato da principio; e tengo per certo che la luce del Sole non perde che la metà in circa per la sua riflessione su d'un cristallo di specchio.

Acquistate queste prime cognizioni delle quali aveva bisogno, cercai in appresso cosa realmente addivenisse alle immagini del Sole, allorquando le riceviamo a grandi distanze. A ben intendere quello ch' io sono per dire, non bisogna, come fassi per l'ordinario, considerare i raggi del Sole come paralleli, ed è mestieri ricordarsi che il corpo del Sole occupa a' nostri occhj un'estensione di circa 32. minuti; che per conseguenza i raggi che partono dal lembo superiore del disco, venendo a cadere su un punto d'una superficie che riflette, i raggi ch' emanano dal lembo inferiore venendo anch' essi a cadere sullo stesso punto di questa superficie, formano tra di loro un angolo di 32. minuti nell' incidenza, ed indi nella riflessione, e per conseguenza l'immagine deve farsi più grande a proporzione che allontanasi: bisogna inoltre aver riguardo alla figura di codeste immagini: un cristallo piano quadrato d'un mezzo piede, esposto ai raggi del Sole, formerà un'immagine quadrata di 6. pollici, se questa immagine verrà ricevuta a poca distanza dal cristallo, come a dire di alcuni piedi; allontanandosi a poco a poco scorgesi l'immagine ingrandirsi, in seguito

cangiar di forma, indi diventar rotonda, e tale rimane ingrandendosi a misura che allontanasi dallo specchio: codest' immagine è composta da tanti dischi del Sole, quanti sono i punti fisici nella superficie riflettente: il punto di mezzo forma un' immagine del disco, i punti vicini ne formano delle simili e della stessa grandezza, i quali oltrepassano un poco il disco di mezzo; il che succede eziandio di tutti gli altri punti, e l'immagine è composta d'un' infinità di dischi, i quali ascendendo regolarmente, e sovrapponendosi circolarmente gli uni sopra gli altri formano l'immagine riflessa, il di cui centro è il punto di mezzo del cristallo.

Se l'immagine composta da tutti codesti dischi ricevesi a piccola distanza, allora, l'estensione ch'essi occupano non essendo che un poco più grande di quella del cristallo, quest' immagine è della medesima figura, e quasi dell' egual grandezza del cristallo: se il cristallo è quadrato, quadrata è l'immagine, se triangolare è il cristallo, l'immagine è pure triangolare: ma allorquando ricevesi l'immagine in grande distanza dal cristallo, o l'estensione occupata da' dischi è molto più grande di quella del cristallo, essa non conserva più la figura quadrata, o triangolar del cristallo, e diventa necessariamente circolare. Per ritrovare poi il punto di distanza, in cui l'immagine perde la sua figura quadrata, basta ricercare a qual distanza

il

il cristallo ci sembri esser sotto un angolo eguale a quello che il corpo del Sole forma a' nostri occhj, cioè sotto un angolo di 32. minuti, e questa distanza sarà quella, in cui l'immagine perderà la sua figura quadrata, e diverrà rotonda; imperciocchè, avendo sempre i dischi per diametro una linea eguale alla corda dell'arco di cerchio che misura un angolo di 32. minuti, con questa regola noi troveremo che un cristallo quadrato di sei pollici perde la sua figura quadrata alla distanza di 60. piedi incirca, e che un cristallo d'un piede in quadrato non la perde se non a 120. piedi circa, e così anche gli altri.

Riflettendo alcun poco sopra questa teoria, cesseremo di stupirci in vedere che a grandissime distanze un cristallo grande, ed un piccolo danno un immagine quasi della stessa grandezza, la quale non è diversa che per l'intensità della luce; non ci maraviglieremo che un cristallo rotondo, o quadrato, o lungo, o triangolare, o di qualsivoglia altra figura (1) producan sempre immagini rotonde; e vedremo chiaramente ch'esse

(1) Per questa stessa ragione le piccole immagini del Sole che passano tra le foglie degli alberi alti, e Frondosi, e cadono sulla sabbia d'un viale, sono tutte ovali, o rotonde.

se non s' ingrandiscono, nè s' impicciolisconο per lo disperdimento della luce, o per la perdita ch' essa fa attraversando l' aria, siccome alcuni Fisici hanno creduto, e che ciò all' opposto non addiviene se non mercè l' accrescimento dei dischi, i quali per quanto noi gli allontaniamo, occupano sempre uno spazio di 32. minuti.

Dalla semplice esposizione di questa teoria, noi saremo eziandio convinti che gli specchj concavi di qualunque specie essi sieno non possono essere con vantaggio adoperati per abbruciar da lontano; perciocchè il diametro del fuoco di tutti i concavi non può giammai essere più piccolo della corda dell' arco che misura un arco di 32. minuti, e che per conseguenza lo specchio concavo il più perfetto, il diametro del quale sia eguale a questa corda, non farà mai il doppio dell' effetto di questo specchio piano di superficie eguale (1): che se il diametro di questo specchio concavo fosse più piccolo di questa corda, esso non farebbe maggior effetto che uno specchio piano di superficie eguale.

Com-

(1) Chi si prenderà la pena di farne il calcolo, troverà che lo specchio concavo il più perfetto non ha su d' uno specchio piano avvantaggio, che in ragione di 17. a 10., almeno a un dipresso.

Compreso ch'ebbi quanto ho esposto sin' ora, non tardai guari a persuadermi, a segno di non poter dubitarne, che Archimede non avesse potuto abbruciar da lontano se non per mezzo di specchj piani; imperciocchè indipendentemente dall'impossibilità ch'eravi in quel tempo, e in cui noi saremmo anche al dì d'oggi di formare degli specchj concavi di fuoco così lungo, capisco che i riflessi da me fatti poc'anzi non potevano essere sfuggiti a quel gran Matematico. Altronde pensai che v'ha tutte le apparenze per credere che gli Antichi non sapessero fare masse grandi di vetro, che ignorassero l'arte di fonderlo per farne cristalli grandi, e che tutt'al più avessero quella di gonfiarlo per formarne bottiglie e vasi, e quindi agevolmente mi persuasi che non venisse fatto ad Archimede d'abbruciar da lontano se non a forza di specchj piani di metallo levigato, e per mezzo del ripercotimento de' raggi del Sole: ma siccome aveva riconosciuto che gli specchj di cristallo ribattono la luce più potentemente che gli specchj del metallo più levigato, pensai a far costruire una macchina, per cui le immagini riflesse da un gran numero di codesti specchj piani coincidessero allo stesso punto, ben sicuro che per questo solo mezzo fosse possibile il riuscirvi.

Ciò non per tanto mi rimanevano alcuni dubbj, i quali sembravanmi anche benissimo

fondati. Supponiamo (ecco come io ragionava) che la distanza alla quale io voglio ardere, sia di 240. piedi; io vedo chiaramente che il foco del mio specchio non può a questa distanza aver meno di due piedi di diametro; in tal caso qual estensione dovrò io dare alla mia unione di specchj piani per produrre fuoco in un punto di concorso sì ampio? essa potrebbe essere così grande da rendere la cosa ineseguibile: imperciocchè paragonando il diametro del foco col diametro degli specchj per riflessioni anche migliori, come per esempio, con quello dell' Accademia, aveva osservato che il diametro di questo specchio, ch'è di tre piedi, era cento otto volte più grande del diametro del suo foco, che non ha che circa quattro linee; e conchiudeva quindi che per ardere tanto vivamente a 240. piedi, sarebbe stato necessario che la mia unione di specchj fosse del diametro di 216. piedi, poichè il foco avrebbe avuto due piedi: ora uno specchio di 216. piedi di diametro era sicuramente una cosa impossibile.

Per verità questo specchio di tre piedi di diametro brucia con forza tale da fondere l'oro, ed io ho voluto vedere quanto venisse ad avantaggiare, riducendo la sua azione a non infiammare che del legno. Per ciò ottenere applicai sullo specchio delle fasce circolari di carta, affine di diminuirne il diametro, e ritrovai ch'esso, ridotto che fu il

suo

suo diametro a quattro pollici, e otto o nove linee, non aveva più forza bastevole d'infiammare il legno secco: prendendo dunque cinque pollici, o sessanta linee per l'estension del diametro necessaria ad abbruciare con un foco di quattro linee, non poteva lasciar di conchiudere, che per ardere egualmente a 240. piedi, ove il foco avesse necessariamente due piedi di diametro, avrei avuto bisogno di 30. piedi di diametro, il che mi sembrava ancora impossibile, o almeno ineseguibile.

A ragioni così positive, che altri avrebbe risguardate come dimostrazioni dell'impossibilità dello specchio, io non aveva altro ad opporre, fuorchè un sospetto; sospetto però antico, sul quale quanto più aveva fatto riflesso, tanto più mi era persuaso che non fosse senza fondamento; ed è che gli effetti del calore potevano anche non essere proporzionati alla quantità della luce, o ciò che torna il medesimo, che ad eguale intensità di luce, i gran fochi dovessero ardere più vivamente che i piccoli.

Calcolandone matematicamente il calore, non è da porsi in dubbio che la forza de' fochi della stessa lunghezza non sia proporzionata alla superficie degli specchj. Uno specchio, la di cui superfizie è il doppio di quella d'un altro, deve aver un foco d'egual grandezza quando la concavità sia la stessa; e questo foco d'egual grandezza dee

contenere il doppio della quantità di luce, che il primo foco contiene: e nel supposto che gli effetti siano sempre proporzionati alle loro cause, si è sempre creduto che il calore di questo secondo foco essere dovesse il doppio di quello del primo.

Istessamente, e pel medesimo calcolo matematico si è sempre creduto che ad eguale intensità di luce un piccol foco dovesse abbruciare quanto un grande, e che l'effetto del calore dovesse essere proporzionato a quest' intensità di luce, *di maniera*, dicea Cartesio, *che si possono fare vetri, o specchj estremamente piccoli, i quali abbrucino con tanta violenza, quanto i più grandi*. Io pensai tosto, siccome ho detto qui sopra, che questa conclusione tratta dalla teoria matematica potesse poi trovarsi falsa nella pratica, perciocchè, essendo il calore una qualità fisica, dell'azione, e propagazione della quale noi non conosciamo abbastanza le leggi, mi sembrava una specie di temerità il volerne così calcolare gli effetti con un ragionamento di semplice speculazione.

Ricorsi dunque ancor una volta all' esperienza: presi degli specchj di metallo di differenti fochi, e gradi di levigatezza, e paragonando l'azione de' diversi fochi sulle stesse materie o fusibili, o combustibili, trovai che ad eguale intensità di luce i gran-

fò-

fochi sono costantemente più efficaci dei piccoli, e producono spesso l'abbruciamento, o la fusione, mentre i piccoli non producono più che un calor mediocre, siccome osservai anche cogli specchj per rifrazione. Per meglio fare intendere ciò, prendiamo, per esempio un grande specchio ustorio per rifrazione, come quello del Sig. Segard', che ha 32. pollici di diametro, ed un foco di 8. linee di larghezza a 6. piedi di distanza, al qual foco fondesi il rame in meno d'un minuto, e facciamo colle medesime proporzioni uno specchio ustorio di 32. linee di diametro, di cui il foco sia di $\frac{8}{12}$ o $\frac{2}{3}$ di linea, e la distanza a 6. pollici; poichè il grande specchio nell' intera estension del suo foco, ch'è di 8. linee; fonde il rame in un minuto, il piccolo specchio dovrebbe, secondo la teoria, nell' estensione del suo foco, il quale è di $\frac{2}{3}$ di linea, fondere nello stesso tempo la stessa materia: avendo però fatta l'esperienza, ritrovai, ciò ch'io già mi aspettava, che lungi dal fondere il rame, questo piccolo specchio ustorio poteva appena comunicargli un poco di calore.

Egli è facile il dar ragione d'una tal differenza, riflettendo che il calore comunicasi a poco a poco, e disperdesi, dirò così, nell' istan-

istante medesimo che applicasi continuamente sul medesimo punto; per esempio, se il foco d'uno specchio ustorio si fa cadere sul centro d'uno scudo, e che questo foco sia del diametro d'una sola linea, il calore ch'esso produce sul centro dello scudo disperdesi, e stendesi, stendendosi per l'intiero volume dello scudo, il quale diventa caldo fino alla circonferenza; allora il calore, quantunque da principio diretto tutto contro il centro dello scudo, non vi si ferma, e non produce il grande effetto che produrrebbe, arrestandovisi tutto intero. Ma se invece d'un foco d'una linea che cada sul mezzo dello scudo, si faccia cader sullo scudo tutto intero un foco d'eguale intensità, restando in quest'ultimo caso egualmente scaldate tutte le parti dello scudo, non solo non v'è perdita di calore, come nel primo caso, ma eziandio v'è del guadagno, ed aumento di calore; perciocchè il punto di mezzo approfittando del calore degli altri punti che lo circondano, lo scudo in quest'ultimo caso verrà fuso, mentre nel primo non rimarrà che leggermente scaldato.

Fatte queste sperienze, e queste riflessioni, sentii crescere in me prodigiosamente la speranza che aveva di riuscire a far degli specchj che abbruciassero da lontano; imperciocchè incominciai a non temere quanto aveva temuto da principio la grand'estensione

ne de' fochi, e mi persuadei all' opposito che un foco d' una larghezza considerevole, come di due piedi, e in cui l' intensità della luce non fosse così grande quanto in un piccolo foco di quattro linee; potesse tuttavia produrre con maggior forza l' infiammazione, e l' abbruciamento, e che per conseguenza un tale specchio, il quale secondo la teoria matematica dovrebbe avere almeno 30. piedi di diametro, ridurrebbesi senza dubbio ad uno specchio di 8. o 10. piedi al più, lo che non solamente è una cosa possibile, ma eziandio praticabilissima.

Pensai dunque seriamente ad eseguire il mio progetto; e tosto mi cadde nell' animo di abbruciare a 200. o 300. piedi con cristalli circolari, o esagoni d' un piede quadrato di superficie, e per sostenerli voleva fare quattro telaj di ferro con tre viti per ciascuno, affine di moverli per tutt' i versi, e con una molla tenerli fermi; ma la spesa troppo considerabile che tal apparecchio richiedeva mi fece abbandonare quest' idea, e ricorrere a cristalli comuni di 6. pollici sopra 8., e ad un apparecchio in legno, il quale veramente è meno sodo, e meno preciso, ma la cui spesa è meglio adattata ad un tentativo. Il Sig. Passemant, la di cui abilità nelle meccaniche è nota anche all' Accademia, si prese il carico di queste particolarità ch' io non descriverò, perchè un col-

po

po d'occhio gettato sullo specchio ne farà comprendere la costruzione meglio che un lungo discorso (1).

Basterà il dire ch'esso è stato composto sin da principio di cento sessant'otto cristalli colla foglia, ciascuno di 6. pollici sopra 8. lontani gli uni dagli altri circa quattro linee; che ciascuno di essi si può muovere per tutt'i versi, indipendentemente da tutti, e che le quattro linee d'intervallo che sonvi frammezzo, servono non solamente alla libertà di un tal movimento, ma altresì a lasciare scorgere a colui che opera il sito ove deve condurre le immagini. Per mezzo di questa costruzione si ponno far cadere sullo stesso punto le cento sessant'otto immagini, e per conseguenza abbruciare a varie distanze, come di 20., 30., e fino di 150. piedi con tutte le distanze intermedie: aumentando poi la grandezza dello specchio, o unendone al medesimo degli altri simili, noi siamo sicuri di ardere a distanze ancora maggiori, o d'accrescerne quanto si voglia la forza, o l'attività alle prime distanze.

Solamente bisogna osservare che il movimento da me accennato non è troppo facile d'ese-

(1) Vedi qui dopo le Tavole IV., e V. colla spiegazione delle figure 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7.

d'eseguirsi, e che inoltre è necessaria la buona scelta degli specchj; poichè questi non sono tutti egualmente buoni, quantunque sembrino tali al primo vederli; ed io ho dovuto prenderne più di cinquecento per avere i centosessant'otto, di cui mi sono servito: la maniera di provarli è di ricevere in distanza grande, per esempio, 150. piedi l'immagine riflessa del Sole come un piano verticale; quelli che rendono un'immagine rotonda e ben contornata devonsi preferire, e rigettar tutti gli altri, i quali sono in molto maggior numero, e ch'essendo di grossezza disuguale in diversi luoghi, o di superficie alquanto concava, o convessa invece che piana, rendono immagini imperfette, doppie, triple, bislunghe, crinite, ec. secondo i varj difetti che trovansi ne' cristalli.

Colla prima sperienza fatta alli 23. Marzo 1747. a mezzo giorno, applicai fuoco in distanza di 66. piedi ad una tavola di faggio incatramata, con soli quaranta cristalli, cioè, con un quarto circa dello specchio; ma bisogna avvertire che, non essendo esso ancora montato sul suo piedestallo, era collocato svantaggiosissimamente, perciocchè faceva col Sole un angolo di quasi 20. gradi di declinazione, ed un altro di più di 10. gradi d'inclinazione.

Nello stesso giorno collocato essendo lo specchio ancora più svantaggiosamente, con no-

novantatotto cristalli, attaccai fuoco in distanza di 126. piedi ad una tavola incatramata, e solforata. Egli è facile l'aver presente che per abbruciare col maggior avvantaggio, bisogna che lo specchio sia direttamente opposto ai Sole, siccome anche alle materie che voglionsi ardere; di maniera che supponendo un piano perpendicolare sul piano dello specchio, bisogna ch' esso passi per lo Sole, e nel tempo istesso frammezzo alle materie combustibili.

Alli 3. Aprile alle quattro ore della sera montato essendo lo specchio, e collocato sul suo piedestallo, si produsse una leggiera infiammazione in una tavola coperta di lana minutamente tagliata alla distanza di 138. piedi, con cento dodici cristalli, quantunque il Sole fosse debole, e pallida la sua luce. Nell'avvicinarsi al sito ove sono le materie combustibili, bisogna aversi riguardo, e non guardare lo specchio, perciocchè se per disgrazia gli occhj si trovassero diretti al foco, il chiarore della luce accecherebbe.

Alli 4. Aprile alle undici ore della mattina, quantunque il Sole fosse molto pallido, e coperto di vapori, e nuvoli leggieri, si ottenne tuttavia con cento cinquantaquattro cristalli, ed alla distanza di 150. piedi un calore tanto considerabile, che in meno di due minuti fece fumare una tavola spalmata, la quale sarebbesi senza dubbio infiam-

fiammata, se il Sole non fosse sparito tutto ad un tratto.

All'indomani 5. Aprile, tre ore dopo mezzo giorno, col Sole ancora più debole del giorno precedente, alla distanza di 150. piedi, e con centocinquantaquattro cristalli, infiammaronsi in meno d'un minuto e mezzo delle cime d'abete solforate, e mischiate col carbone: ma quando il Sole è vivo, non richiedonsi che alcuni minuti secondi per produrre accensione.

Alli 10. d'Aprile dopo mezzo giorno a Sole sgombrato, si fece prendere fuoco ad una tavola d'abete spalmata, a 150. piedi con soli centoventotto cristalli; l'infiammamento è stato prontissimo, ed in tutta l'estensione del foco, il quale in questa distanza era del diametro di 16. pollici circa.

Nello stesso giorno a due ore e mezzo, lanciatosi il fuoco sopra una tavola di faggio in parte spalmata, e in parte coperta di lana tagliata, l'infiammazione incominciata delle parti del legno ch'erano scoperte, fu prontissima, ed il fuoco così violento, che fu d'uopo immergere nell'acqua la tavola per ispegnerlo: adoperaronsi cento quarantotto cristalli, e la distanza era di 150. piedi.

Agli 11. Aprile il foco non essendo più che a 20. piedi di distanza dallo specchio, dodici cristalli solamente furono necessarj

per

per infiammare delle piccole materie combustibili: con ventuno cristalli si è fatto prender fuoco ad una tavola di faggio che era già stata in parte bruciata: con quarantacinque si è fuso una grossa boccia di stagno che pesava circa sei libbre, e con cento diciassette cristalli si sono fusi de' pezzi d'argento sottile, e si è arroventita una piastra di latta. Io sono altresì persuaso, che adoperando tutt' i cristalli dello specchio fonderannosi i metalli alla distanza di 50. piedi egualmente bene che a quella di 20.; e siccome a questa distanza il foco è largo sei in sette pollici, potrebbonsi far in grande delle sperienze sui metalli (1), cui non sarebbe possibi-

(1) Dalle sperienze fatte ho riconosciuto che la distanza più avvantaggiosa per fare comodamente con questi specchj delle prove sui metalli, era di 40. o 45. piedi. I piatti d'argento ch'io ho fusi a questa distanza con ducento ventiquattro cristalli, erano ben netti, talchè il fumo che ne usciva abbondantissimo, non può attribuirsi al grasso o ad altre materie, delle quali fossesi imbevuto l'argento, come erano persuasi quelli che furono testimonj dell'esperienza, dalla quale, quantunque la ripetessi con piastre d'argento tutte nuove, non lasciai d'ottenere il medesimo effetto. Il metallo qualche

sibile di fare cogli specchj ordinarj, il foco de' quali è o debolissimo, o cento volte più piccolo di quello del mio specchio. Ho osservato che i metalli, e massime l' argento, molto prima di fondersi mandano fumo, sensibile a segno di mandar ombra sul terreno, lo che osservai attentamente; non è pure possibile di guardare anche per un momento il foco allorchè cade sul metallo, a motivo che il chiarore è assai più vivo di quello del Sole.

Le

---

che volta per più di 8. o 10. minuti prima di fondersi fumava abbondantissimamente. Aveva in pensiere di raccogliere questo fumo d' argento per mezzo d'un capitello, o d'uno stromento simile a quello di cui ci serviamo nelle distillazioni, ed ebbi sempre dispiacere perchè altre mie occupazioni non me l'abbiano permesso, perciocchè questa maniera di cavar l'acqua dal metallo è forse la sola che si possa adoperare. E se v'ha chi pretende che questo fumo che a me è sembrato umido, non contenga acqua, sarebbe sempre utile il sapere cosa sia, potendo anche non essere esso che metallo volatilizzato. Altronde io sono persuaso che se si facessero le stesse prove sull'oro, si vedrebbe anch'esso, forse più, forse meno, fumare come l'argento.

Le sperienze riferite qui sopra, le quali sono state fatte ne' primi tempi del ritrovamento di questi specchj, furono poi seguitate da un gran numero di altre sperienze che confermano le prime. Fino a 200, ed anche 210 piedi ho con questo stesso specchio, e col Sole d' Estate infiammato dei legni ogni volta che il Cielo era puro, e credo di poter assicurare che con quattro specchj simili abbrucerebbesi alla distanza di 400 piedi, e fors'anche più lungi. Io ho eziandio fuso tutt' i metalli, e i minerali metallici a 25, 30, e 40 piedi. Nel seguito poi di quest' articolo si troveranno gli usi, ai quali si possono applicare questi specchj, ed i limiti che assegnar si devono alla loro potenza riguardo alla calcinazione, combustione, fusione, ec.

Una mezz' ora circa è necessaria per adattare lo specchio, e far coincidere le immagini allo stesso punto; ma assestato una volta serve per sempre, e solamente tirando una bandinella si darà fuoco alle materie combustibili prontissimamente, senza che vi sia necessità di dissestarlo a meno che non si voglia mutar la distanza; per esempio, collocato ch'e' sia in maniera d' abbruciare a 100 piedi, è necessaria una mezz' ora per adattarlo alla distanza di 150 piedi, e così dell' altre.

Questo specchio arde all' alto, al basso, ed orizzontalmente secondo la diversa inclina-

nazione che gli si dà; le sperienze ch' io riferii, pur ora sono state fatte pubblicamente nel Giardino del Re, su d'un terreno orizzontale, e su tavole verticalmente poste: non credo necessario l'avvertire che lo specchio avrebbe abbruciato con maggior forza in alto, che non in basso, come ancora che più avvantaggio si ha dall' inclinare il piano delle materie combustibili paralellamente al piano dello specchio. Quest' avvantaggio di abbruciare in alto, in basso ed orizzontalmente, che non hanno gli specchj ordinarj di riflessione, i quali non abbruciano che in alto, deriva dall' essere molto lontano il suo foco, e dall' aver tanto poca concavità, ch' è quasi insensibile all' occhio; esso è largo 7 piedi, ed alto otto, ciocchè, quando abbruciasi a 150 piedi, non forma più che la 150 parte incirca della circonferenza della sfera.

La ragione che mi determinò a preferire i cristalli di 6 pollici di larghezza sopra 8 pollici d'altezza a' cristalli quadrati di 6 o 8 pollici, si è, che molto più comodo riesce il fare le sperienze su d'un piano orizzontale, e di livello, che non il farle di basso in alto, e che con questa figura più alta che larga, le immagini erano più rotonde, invece che con cristalli quadrati sarebbono state scorciate in questa situazione orizzontale, massime attese le piccole distanze.

Questa scoperta ci somministra de' vantaggi

gi per la Fisica , e fors' anche per le Arti ; Noi sappiamo che gli specchj ordinarj di riflessione rendonsi poco meno che inutili per le sperienze , perchè abbruciano sempre in alto , e perchè si prova molta difficoltà nel ritrovare maniere di sospendere , e sostenere al loro foco le materie che fonder si vogliono , o calcinare : per mezzo del mio specchio si farà che abbrucino in basso gli specchj concavi , e con avvantaggio tanto considerabile , che si otterrà qualsivoglia grado di calore ; per esempio , mettendo dirimpetto al mio specchio uno specchio concavo d' un piede quadrato di superficie , il calore che quest' ultimo specchio produrrà al suo foco , non adoperando più che cento cinquantaquattro cristalli , sarà oltre dodici volte più grande di quello ch' esso ordinariamente produce , e l' effetto sarà l' istesso , come se esistessero dodici Soli invece di uno , o piuttosto come se il Sole avesse dodici volte maggior calore.

In secondo luogo per mezzo del mio specchio si avrà la vera scala dell' aumento del calore , e formeremo un termometro reale , le di cui divisioni non avranno più niente d' arbitrario dalla temperatura dell' aria fino a quel grado di calore che si vorrà , facendo cadere ad una ad una successivamente le immagini del Sole le une sull' altre , e graduando gli intervalli , o mercè d' un liquore espansile , o d' una macchina di dilatazione ;

ne; da ciò verremo a sapere realmente cosa sia un aumento di calore (1) doppio, triplo, quadruplo, e conosceremo le materie, delle quali l' espansione, e gli altri effetti saranno più atti a misurare le aumentazioni di calore.

In terzo luogo noi sapremo precisamente quante volte il calore del Sole sia necessario per abbruciare, fondere, o calcinare materie diverse, lo che non si è saputo finora calcolare che in maniera vaga, e molto lontana dalla verità; e saremo in istato di fare paragoni precisi dell' attività de' nostri fuochi con quella del Sole, e di avere su di ciò rapporti esatti, e misure fisse, ed invariabili.

Finalmente, esaminata che si avrà la teoria da me data, e veduto l' effetto del mio specchio, saremo convinti che il mezzo da me impiegato era il solo, per cui fosse possibi-

(1) Il fu Sig. de Mairan ha fatto una sperienza con tre soli cristalli, ed ha trovato che le aumentazioni del doppio e del triplo di calore erano come le divisioni del termometro di Reaumur; ma niente conchiuder devesi da una tale sperienza, la quale non ha dato luogo a codesto risultato se non per una specie d' azzardo. *Vedi a questo proposito quanto ho detto nel mio* TRATTATO DEGLI ELEMENTI.

ſibile di riuſcire a bruciar da lontano ; imperciocchè , indipendentemente dalla fiſica difficoltà di fare grandi ſpecchj concavi , sferici, parabolici, o di altra curvatura qualunque, aſſai regolare per ardere a 150 piedi, ciaſcuno agevolmente ſi perſuaderà, che, eſſendo il loro foco quaſi ugualmente largo , eſſi produrrebbero a un dipreſſo ugual effetto che 'l mio; che inoltre quegli ſpecchj curvi , quand'anche foſſe poſſibile l'eſeguirli, avrebbero il difetto grandiſſimo di non abbruciare che a una ſola diſtanza , laddove il mio arde a tutte le diſtanze : e per conſeguenza ſi abbandonerà il progetto di fare con criſtalli curvi degli ſpecchj per ardere da lontano , coſa che ha inutilmente occupato un gran numero di Matematici , e d' Artiſti , ingannati mai ſempre dal riſguardare come paralelli i raggi del Sole , mentre in queſto caſo devonſi conſiderare tal quali ſono, cioè, come formanti angoli d'ogni grandezza dallo zero fino a 32 minuti ; e da ciò riſulta che, qualunque curvatura diaſi ad uno ſpecchio, egli è impoſſibile di rendere il diametro del foco più piccolo della corda dell'arco che miſura queſt' angolo di 32 minuti . Quindi, quand'anche coſtruire ſi poteſſe uno ſpecchio concavo per abbruciare a una diſtanza grande , per eſempio di 150 piedi , lavorandolo in tutt' i ſuoi punti ſopra una sfera di 600 piedi di diametro, ed adoperando una enorme maſſa di vetro, o di metallo,

lo, è chiaro che si verrà ad avere pressochè ugual vantaggio a non servirsi all'opposito che di piccoli specchj piani.

Del resto, siccome ogni cosa ha limiti, quantunque il mio specchio sia suscettibile d'una maggior perfezione, tanto per riguardo all'adattamento, come per riguardo a parecchie altre cose; e quantunque io pensi a farne un altro, i di cui effetti saranno superiori, non dobbiamo sperare però di poter ardere giammai a distanze grandissime: imperciocchè per abbruciare, per esempio, alla distanza di mezza lega, sarebbe mestieri d'uno specchio due mille volte più grande del mio; e noi non potremo giammai abbruciare più che a 800, o 900 piedi a dir molto. Il fuoco, il di cui movimento corrisponde sempre a quello del Sole, è tanto più pronto quanto è più lontano dallo specchio, ed alla distanza di 900 piedi, esso farebbe un cammino di circa 6 piedi per minuto.

Non è necessario l'avvertire che con dei piccoli pezzi piatti di cristallo, o di metallo si possono fare degli specchj, i di cui fochi saranno variabili, ma che abbruceranno a distanze piccole con una energia grande, e montandoli quasi come montansi i parasoli un solo movimento basta per accomodarne il foco.

Dopo d'aver reso conto della mia scoperta, e dell'esito delle mie sperienze, deggio

rendere ad Archimede, ed agli Antichi la gloria che loro è dovuta. Egli è certo che Archimede ha potuto cogli specchj di metallo far ciò ch' io faccio con quelli di vetro; egli è sicuro altresì ch' esso aveva più lumi che non abbisognano per ideare la teoria che mi ha servito di guida, e la meccanica che ho fatto eseguire; che per conseguenza non può essergli negato il titolo di primo ritrovatore di questi specchj, resi dall' occasione in cui egli seppe servirsene più celebri di quello che la cosa meritasse.

Quando io lavorava dietro a questi specchj, non sapeva minutamente tutto quello che detto ne avevano gli Antichi; ma dopo che mi riuscì di farli, fui sollecito d'instruirmene. Il fu Sig. Melot dell' Accademia di Belle-lettere, ed uno de' Bibliotecarj del Re, la di cui erudizione, e i di cui talenti erano noti a tutti i Dotti, ebbe la bontà di comunicarmi un' eccellente Dissertazione che egli aveva fatta sopra questo soggetto, nella quale riferisce le testimonianze di tutti gli Autori che hanno parlato degli specchj ustorj d' Archimede; quelli che ne parlano più chiaramente sono Zonara, e Tzetze, che vivevano nel XII. secolo: il primo di essi asserisce, che *Archimede* co' suoi specchj ustorj incenerì tutta la flotta de' Romani: *questo Geometra*, dice egli, *avendo ricevuti i raggi del Sole su d' uno specchio, mercè di codesti raggi raccolti, e riflessi dalla grossezza, e le-*

levigatezza dello specchio, appiccò fuoco nell' aria, ed eccitò una grande fiamma che si lanciò tutta intera sui vascelli, i quali scomposti dall' attività della medesima furono tutti ridotti in cenere. Lo stesso Zonara riferisce altresì che nell' assedio di Costantinopoli, sotto l' Impero d' Anastasio l' anno 514 di Gesù Cristo, Proclo arse con degli specchj di rame la flotta di Vitaliano che assediava Costantinopoli; ed aggiunge che questi specchj erano un' antica scoperta, e che l' istorico Dione ne dà l' onore ad Archimede che la fece, e se ne servì contro i Romani, allorchè Marcello assediò Siracusa.

Tzetze non solo riferisce, ed assicura il fatto degli specchj, ma eziandio ne spiega in qualche modo la costruzione. *Quando i vascelli Romani*, dice egli, *furono a portata della freccia, Archimede fece fare una specie di specchj esagoni, ed altri più piccoli di ventiquattro angoli per ciascuno, che collocò in una distanza proporzionata; e che potevansi movere per mezzo delle loro nocelle, e di certe lame di metallo. Collocò egli lo specchio esagono in maniera che fosse tagliato a mezzo dal mezzo giorno d' inverno, e d' estate, cosicchè i raggi del Sole ricevuti in quello specchio rifrangendosi, eccitarono un gran fuoco che ridusse in cenere i Vascelli Romani, tuttochè fossero lontani alla distanza d' un tiro di freccia*. Questo passo mi sembra assai chiaro; fissa egli la distanza alla

quale Archimede abbruciò, non potendo essere altra la portata d'una freccia se non la distanza di 150. a 200. piedi: l'idea, che esso dà della sua costruzione, dimostra che lo specchio d'Archimede poteva essere come il mio, composto di parecchi piccoli specchj che movevansi per opera di rotelle, e di molle; e finalmente indica la posizione dello specchio, dicendo che lo specchio esagono, attorno al quale erano senza dubbio gli specchj più piccoli, era tagliato dal meridiano, che vuol dire verisimilmente che lo specchio dev'essere direttamente opposto al Sole: altronde lo specchio esagono era probabilmente quello in cui l'immagine serve di mira per adattare le altre; e questa figura non è del tutto indifferente, come anche quella de' ventiquattro angoli, o de' ventiquattro lati degli specchj minori. Egli è facile da comprendere che si ha realmente del vantaggio dando a tali specchj una figura poligona d'un gran numero di lati uguali, affinchè la quantità di luce sia meno inegualmente ripartita nell'immagine riflessa, e sarà ripartita meno inegualmente ch'è possibile, se gli specchj saranno circolari. Quantunque io abbia veduto che usando di specchj quadrangolari lunghi 6. pollici sopra 8. v'era della perdita, ho tuttavia preferita, questa forma perchè, come ho detto, è la più vantaggiosa per ardere orizzontalmente.

Nel-

Nella stessa dissertazione del Sig. Melot ho ritrovato altresì, che il P. Kircher avea scritto che Archimede avesse potuto abbruciare a una grande distanza con degli specchj piani, e che l'esperienza gli aveva insegnato, che riunendo a questo modo le immagini del Sole producevasi un calore considerabile nel punto di riunione.

Per ultimo, nelle Memorie dell'Accademia, *anno* 1726., il Sig. du Fay, di cui onorerò sempre la memoria ed i talenti, sembra essere stato vicino a questa scoperta; dice egli, *che avendo ricevuto l'immagine del Sole su d'uno specchio piano d'un piede in quadrato, ed avendola su d'uno specchio concavo di* 17. *pollici di diametro spinta fino a* 600. *piedi, essa aveva ancora la forza di ardere delle materie combustibili al foco di quest'ultimo specchio*. Alla fine poi della sua Memoria, dice, *che alcuni Autori* (e intende senza dubbio di parlare del P. Kircher), *hanno proposto di formare uno specchio d'un foco lunghissimo per mezzo d'un gran numero di piccoli specchj piani tenuti in mano da molte persone, e dirette per modo che le immagini del Sole formate da ciascuno di questi specchj concorressero in un medesimo punto; e che questa era forse la maniera più sicura di riuscirne, e la meno difficile d'eseguirsi*. Un poco di riflessione sull'esperienza dello specchio concavo e su questo progetto, avrebbe, condotto il Sig. de

Fay alla scoperta dello specchio d' Archimede, ch' egli per altro più sopra reputava favolosa; imperciocchè a me sembra che sarebbe stato naturalissimo il conchiudere dalla sua sperienza, che se uno specchio concavo di 17. pollici di diametro, su di cui l' immagine del Sole non cadeva tutta intera, potea tuttavia ardere con questa sola parte dell' immagine del Sole riflessa a 600. piedi in un foco ch' io suppongo largo 3. linee, mille cento cinquantasei specchj piani simili al primo specchio riflettente, devono con più forte ragione abbruciare direttamente a questa distanza di 600. piedi; e per conseguenza ducento ottantanove specchj piani, riunendo le ducento ottantanove immagini, sarebbono stati più che bastevoli ad ardere a 300. piedi: ma in materia di scoperte, l' ultimo passo, quantunque sia sovente il più facile, è ciò non ostante quello che si fa più di rado.

La mia Memoria tal quale ritrovasi qui è stata impressa nel volume dell' Accademia delle Scienze *dell' anno* 1747. col titolo: *Ritrovato degli specchj per abbruciare a una gran distanza*. Avendomi il fu Sig. Bouguer, e qualch' altro Membro dell' erudita Compagnia, fatte parecchie obbiezioni tratte principalmente dalla dottrina di Cartesio nel suo Trattato di Diottrica, ho creduto di dover rispondere colla Memoria seguente,

la

la quale fu letta nell'Accademia lo stesso anno, ma che non feci stampare per un riguardo ch'ebbi a' miei Avversarj di opinione. Siccome però, contenendo essa molte cose utili, potrebbe servire di preservativo contro gli errori che incontransi in alcuni libri di Ottica, massimamente in quello della Diottrica di Cartesio, e dall'altra parte serve di spiegazione, e di seguito alla Memoria precedente, ho giudicato perciò a proposito di unirla, e pubblicarla insieme.

ARTICOLO SECONDO.

Riflessioni sul giudizio di Cartesio sul proposito degli specchj di Archimede; col rischiarimento della teoria di essi specchj, e della spiegazione de' loro usi principali.

LA Diottrica di Cartesio, e quell'opera ch'egli ha dato come il primo, e principal saggio del suo metodo di ragionar nelle Scienze, debb' essere reputata un capo d'opera del suo tempo; ma le più belle speculazioni vengono bene spesso smentite dall'esperienza, e giornalmente i sublimi Matematici sono obbligati a cedere sotto nuovi fatti; imperciocchè nell'applicazione che noi facciamo alle più piccole parti della Fisica dobbiamo diffidare di tutte le circostanze, e non attenerci tanto alle cose che crediamo

mo di sapere per giudicare affermativamente di quelle che ci sono sconosciute. Questo è tuttavia un difetto pur troppo comune, ed io ho creduto di far cosa utile a quelli, che vogliono occuparsi nell' Ottica, esponendo loro ciò che mancava a Cartesio, perch' ei potesse fornirci una teoria di questa Scienza che fosse suscettibile d' esser ridotta alla pratica.

Il suo Trattato di Diottrica è diviso in dieci Discorsi: nel primo il nostro Filosofo parla della luce, di cui siccome egli ignorava il moto progressivo che fu scoperto da Roëmer sol qualche tempo dopo, bisogna modificare quanto egli ha detto a questo proposito, e non ritenere alcuna delle spiegazioni che ci dà rapporto alla natura ed alla propagazione della luce, come nemmeno i paragoni e le ipotesi di cui si serve per procurare di spiegare le cause e gli effetti della visione. Noi sappiamo presentemente che la luce impiega circa 7. minuti e mezzo a giungere dal Sole fino a noi; che questa emissione del corpo luminoso rinnovasi ad ogni istante, e che i suoi effetti non dipendono già dalla pressione continua, e dall' azione, o piuttosto dall' istantaneo movimento, d' una materia sottile; quindi tutte le parti del Trattato, in cui l' Autore servesi di questa teoria sono più che sospette, e non possono esserne che erronee le conseguenze.

Lo stesso dee dirsi della spiegazione che Car-

Cartesio dà della rifrazione; imperciocchè la sua teoria non solo è ipotetica riguardo alla causa, ma ha la pratica contraria in tutti gli effetti. I movimenti d'una palla che attraversa l'acqua sono moltissimo diversi da quelli della luce che passa per lo stesso medio, e s' egli avesse paragonato ciò che avviene realmente a una palla con ciò che accade alla luce, ne avrebbe dedotte conseguenze del tutto opposte alle sue.

E per non ommettere una cosa essenzialissima, la quale potrebbe indurre in errore, è molto necessario di guardarsi, leggendo quest' articolo, dal credere col nostro Filosofo, che il moto rettilineo possa naturalmente cangiarsi in circolare; imperciocchè quest' asserzione è falsa, ed il contrario è dimostrato da che sono cognite le leggi del moto.

Siccome il secondo Discorso s' aggira in gran parte su quest' ipotetica teoria della rifrazione, io mi asterrò dal parlar minutamente degli errori che ne vengono in conseguenza, giacchè un Lettore accorto deve avvedersene.

Nel terzo, quarto, e quinto Discorso trattasi della visione, e la spiegazione che Cartesio dà riguardo alle immagini che formansi nel fondo dell' occhio è molto giusta; quanto dice però riguardo ai colori non può sostenersi, nè tampoco intendersi; imperciocchè, come concepiremo che una certa pro-

porzione tra il moto rettilineo, ed un preteso moto circolare possa produrre de' colori? Questa parte è stata, come ognun sa, trattata a fondo, ed in maniera dimostrativa da Newton, e l'esperienza dimostra l'insufficienza di tutt'i sistemi precedenti.

Io non parlerò del sesto Discorso, in cui egli s'ingegna di spiegare come si fanno le nostre sensazioni, e per ingegnose che sieno le sue ipotesi, non vi vuol molto a capire ch'esse sono gratuite; e siccome in codesta parte non v'è quasi niente di matematico, è superfluo che noi vi ci fermiamo sopra.

Nel settimo ed ottavo Discorso espone Cartesio una bella teoria geometrica sulle forme che devono avere i vetri, acciò producano gli effetti che possono servire alla perfezione della visione: e dopo d'aver esaminato cosa accada ai raggi che attraversano vetri di forme differenti, conchiude che i vetri ellittici ed iperbolici sono i migliori di tutti per unire i raggi; e termina con dare nel nono Discorso la maniera di costruire occhiali di lunga vista, e nel decimo ed ultimo Discorso quella di tagliare i vetri.

Questa parte dell'opera di Cartesio, ch'è propriamente la sola matematica del suo Trattato, è meglio fondata, e molto meglio ragionata delle precedenti; contuttociò non è stata applicata la di lui teoria alla pratica,

non

non sono stati tagliati vetri ellittici o iperbolici, e que' famosi ovali che formano il principal oggetto della sua Geometria, sono andati in dimenticanza. Appena scoperta la differente rifrangibilità de' raggi, sconosciuta a Cartesio, è stata abbandonata quella teoria geometrica; poichè di fatti resta dimostrato che la scelta di codeste forme non reca tanto vantaggio, quanta è la perdita che si fa per la differente rifrangibilità de' raggi, i quali secondo il differente grado di loro rifrangibilità più o meno avvicinansi. Ma siccome si riuscì a fare degli occhiali acromatici, ne' quali la differente rifrangabilità de' raggi viene compensata da vetri di differente grossezza, volendo dare agli occhiali acromatici tutta la perfezione, di cui sono suscettibili, sarebbe in oggi utilissimo il tagliare vetri iperbolici, o ellittici.

Dopo quanto ho finora esposto non dobbiamo, per quanto a me sembra, maravigliarci, che Cartesio abbia giudicato malamente degli specchj d' Archimede, poichè ignorava un sì gran numero di cose scoperte in appresso: ma siccome questo è il punto principale, ch' io voglio esaminare, per metterci in istato di decidere è necessario riferire ciò ch' egli ne ha detto.

„ Voi potete altresì riflettere a questo
„ proposito che i raggi del Sole riuniti per
„ mezzo del vetro ellittico devono abbru-
„ ciare con forza maggiore, che non riuni-

„ ti

„ ti dall' iperbolico, poichè bisogna badare
„ non solamente ai raggi che vengono dal
„ centro del Sole, ma eziandio a tutti gli
„ altri, i quali dagli altri punti della super-
„ ficie dipartendosi non hanno almeno sensi-
„ bilmente minor forza che quelli del cen-
„ tro; di maniera tale che la violenza del
„ calore ch' essi possono cagionare, deve mi-
„ surarsi dalla grandezza del corpo che gli
„ avvicina, paragonata con quella dello spa-
„ zio in cui vengono riuniti . . . . sen-
„ za che la grandezza del diametro di co-
„ desto corpo, o la sua figura particolare
„ possa aggiungervi a dir molto più d' un
„ quarto, o d' un terzo circa: egli è certo
„ che questa linea abbruciante all' infinito,
„ ideata da alcuni, altro non è che un
„ sogno.

Fin qui trattasi soltanto dei vetri abbruciantì per rifrazione, ma questo ragionamento applicar devesi medesimamente agli specchj di riflessione; e prima di dimostrare che l' Autore non ha tratto da queste teorie le conseguenze che doveva dedurne, sarà bene rispondergli coll' esperienza. Questa linea ardente all' infinito ch' egli risguarda come una stravaganza, potrebbe eseguirsi per mezzo di specchj di riflessione simili al mio, non già a una distanza infinita, giacchè l' uomo niente può far d' infinito, ma bensì a una distanza indefinita assai considerabile. Imperciocchè supponiamo che il mio spec-

specchio invece di essere composto di ducento ventiquattro piccoli cristalli, fosse composto di due mille, com' è possibile, non ne abbisognando che venti per ardere a 20. piedi, e il foco essendo come una colonna di luce, que' venti cristalli abbruciano nel tempo istesso a' 17. ed a' 23. piedi; con venticinque altri cristalli io avrò un foco che abbrucierà dalli 23. fino alli 30.; con ventinove cristalli un foco che abbrucierà dalli 30. fino alli 40.; con trentaquattro cristalli un foco che abbrucierà dalli 40. fino alli 52.; con quaranta cristalli dai 52. fino ai 64. con cinquanta cristalli dai 64. fino ai 76 con sessanta cristalli dai 76. fino ai 88.; con settanta cristalli dalli 88 fino alli 100. piedi. Ecco dunque fin' ora una linea ardente dalli 17 fino ai 100 piedi, mentre io non avrò impiegato per essa più di trecento ventotto cristalli: per continuarla, basta far da principio un foco di ottanta cristalli, perchè arda dai 100 piedi fino ai 116., novantadue cristalli dai 116 fino ai 134 piedi; e cento otto cristalli dai 134 fino ai 150, e cento ventiquattro cristalli dai 150 fino ai 170, e cento cinquantaquattro cristalli dalli 170 fino ai 200. piedi; quindi ecco che la mia linea abbruciante arde alla distanza di 100. piedi di più, di maniera che da diciassette fino a 200. piedi un corpo combustibile, collocato in qualunque sito di questa distanza, sarà abbruciato; e perciò ottenere non sarà neces-

sa-

ſario adoperare in tutto più che ottocento ottantaſei criſtalli di ſei pollici, ed adoperando il reſto de' due mille criſtalli io allungherei per egual modo la mia linea ardente fino a 300, o 400 piedi, e così con un numero maggiore di criſtalli, per eſempio con quattro mille io la ſpiegherei più lungi d'aſſai, a una diſtanza indefinita. Ora tutto ciò che nella pratica è indefinito può conſiderarſi come infinito nella teoria; dunque il noſtro celebre Filoſofo non ha avuto ragione di dire che la linea abbruciante all'infinito era un vaneggiamento.

Ma ritorniamo alla teoria: niente è più vero di quel che dice Carteſio al propoſito della riunione de' raggi del Sole, la quale non operaſi in un punto, ma bensì in uno ſpazio o foco, il di cui diametro s'aumenta in proporzione della diſtanza. Ma quel gran Filoſofo non avea ben compreſa l'eſtenſione di un principio, ch'egli non ci ha dato ſe non come una rifleſſione; perciocchè s'egli vi aveſſe fatto attenzione, non avrebbe in tutto il reſtante della ſua opera conſiderati i raggi del Sole come paralleli; ſtabilito non avrebbe per fondamento della teoria della coſtruzione degli occhiali l'unione de' raggi in un punto; guardato ſarebbeſi dal dire affermativamente (*pag.* 131.), *che noi potremo per mezzo di queſta invenzione, ſcorgere negli aſtri degli oggetti così particolari e così piccoli, come quelli che comunemente vediam*

diam sulla Terra. Quest' asserzione non poteva esser vera se non supponendo il parallelismo de' raggi, e l' unione de' medesimi in un sol punto, e per conseguenza è opposta alla sua propria teoria, o per meglio dire egli non s'è servito della teoria come era di mestieri. In fatti s'egli non avesse perduto di vista quest' osservazione, avrebbe soppresso i due ultimi libri della sua Diottrica; perchè avrebbe capito che quand' anche gli Operaj avessero potuto tagliare i vetri come egli voleva, que' vetri non avrebbero prodotto gli effetti, pe' quali egli pretende di farci distinguere i più piccoli oggetti negli astri; a meno che non avesse nel tempo stesso supposta in questi oggetti un' intensità di luce infinita, o (lo che torna al medesimo) ch' essi malgrado la lontananza loro avessero potuto formare un angolo sensibile ai nostri occhj.

Siccome questo punto d'Ottica non è mai stato bene schiarito, perciò io ne parlerò qui minutamente: si può dimostrare che due oggetti egualmente luminosi, e i cui diametri sono differenti, ovvero che due oggetti i cui diametri sono uguali, e l' intensità di luce diversa, devono essere osservati con occhiali differenti; che per osservare col maggior avvantaggio possibile, sarebbero necessarj canocchiali differenti per ciascun Pianeta; che, per esempio Venere, che ci sembra molto più piccola della Luna, la luce della quale suppongo per un momento uguale a quel-

quella della Luna, dev'essere osservata con un canocchiale d'un foco più lungo; e che la perfezione de' canocchiali, per trarne il maggior avantaggio possibile, dipende da una combinazione che bisogna fare non solo tra i diametri, e le curvature de' vetri, come l'ha fatta Cartesio, ma eziandio tra codesti stessi diametri, e l'intensità della luce dell'oggetto osservato. Quest' intensità della luce di ciascun oggetto è un elemento che gli Autori che hanno scritto sull'Ottica non hanno mai avuto presente, quantunque esso influisca più che non fa l'aumentazione dell'angolo, sotto il quale un oggetto presentarcisi deve in virtù dell' incavatura de' vetri. Lo stesso dicasi d'una cosa che sembra essere un paradosso, ed è, che gli specchj ustorj tanto di riflessione, quanto di rifrazione sarebbero un effetto sempre uguale a qualunque distanza dal Sole si collocassero. Per esempio il mio specchio che arde sulla Terra del legno a 150. piedi, abbrucierebbe a 150 piedi, e con egual forza del legno anche in Saturno, ove per altro il calore del Sole è circa cento volte minore che sulla Terra. Io non dubito che chi ha buon giudizio comprenderà senz'altra dimostrazione la verità di queste due proposizioni, quantunque tutte due sieno nuove, e singolari.

Ma per non discostarmi dal soggetto che mi sono proposto, e per dimostrare che Carte-

tesio, non avendo la teoria ch'è necessaria per costrurre gli specchj d'Archimede, non era in istato di decidere ch'essi fossero impossibili, voglio far vedere per quanto potrò, in che consistesse la difficoltà d'un tal ritrovato.

Se il Sole invece di occupare a'nostri occhj uno spazio di 32. minuti fosse ridotto in un punto, allora certamente questo punto di luce riflesso da un punto di superficie levigata, produrrebbe in tutte le distanze una luce, ed un calor eguale (poichè l'interponimento dell'aria niente, o quasi niente influisce); e per conseguenza uno specchio, la cui superficie fosse eguale a quella d'un altro, abbrucierebbe a dieci leghe quasi egualmente bene che il primo a 10. piedi, se fosse possibile di lavorarlo su d'una sfera di quaranta leghe, come l'altro si può lavorare su d'una sfera di 40. piedi; imperciocchè ciascun punto della superficie dello specchio, venendo a riflettere il punto luminoso a cui abbiamo ridotto il disco del Sole, variando l'incurvatura degli specchj, si avrà un egual calore, o una egual luce in tutte le distanze senza cangiare i loro diametri; per lo che in tal caso per ardere a una distanza grande richiederebbesi propriamente uno specchio esattissimamente lavorato su d'una sfera o iperboloide proporzionata alla distanza; o pure uno specchio tagliato

in

in un' infinità di punti fisici piani, che dovrebbonsi far coincidere al medesimo punto. Ma il disco del Sole occupando uno spazio di 32. minuti, egli è chiaro che lo stesso specchio sferico, o iperbolico, o di qualsivoglia altra figura, non può mai in virtù di questa figura ridurre l' immagine del Sole in uno spazio più piccolo che 32. minuti; che allora l' immagine aumenterà sempre a misura che si allontanerà; che inoltre ciascun punto della superficie ci presenterà l' immagine d' una larghezza medesima, per esempio, dal mezzo piede sino ai 60. piedi. Ora, siccome per ottenere tutto l' effetto possibile ricercasi che tutte le immagini coincidano in questo spazio d' un mezzo piede, allora invece di tagliare lo specchio in un' infinità di parti, apparisce evidentemente ch' è pressochè uguale, e più comodo d' assai il non tagliarlo, se non in un piccol numero di parti piane, ciascuna d' un mezzo piede di diametro, perchè così ciascun piccolo specchio piano d' un mezzo piede, presenterà un' immagine all' incirca d' un mezzo piede, la quale poco più poco meno sarà luminosa quanto un' eguale superficie d' un mezzo piede ricevuta nello specchio sferico, o iperbolico.

La teoria del mio specchio non consiste dunque, come s' è detto, nell' aver ritrovata l' arte d' inscrivere facilmente de' piani in una superficie sferica, e il mezzo di mutare

a ta-

a talento la curvatura di codesta superficie sferica; ma suppone altresì una riflessione più delicata, e non mai stata fatta da prima, cioè che si ha quasi egual vantaggio tanto a servirsi degli specchj piani, quanto di quelli d' ogni altra figura, quando si voglia ardere a una certa distanza, e che la grandezza dello specchio piano è determinata dalla grandezza dell' immagine a tal distanza, di maniera che alla distanza di 60. piedi, a cui l' immagine del Sole è del diametro circa d' un mezzo piede, si abbrucerà quasi egualmente bene cogli specchj piani d' un mezzo piede, che cogl' iperbolici meglio lavorati, purchè siano della medesima grandezza. Parimente cogli specchj piani d' un pollice e mezzo abbruceraſsi a 15. piedi con forza quasi tanto uguale, quanto con uno specchio lavorato esattamente in tutte le sue parti; e a dir brieve, uno specchio a faccette piane, produrrà a un dipresso tanto effetto quanto uno specchio lavorato coll' ultima esattezza in tutte le sue parti, purchè la grandezza di ciascuna faccetta sia eguale alla grandezza dell' immagine del Sole. Per questa ragione v' ha una certa proporzione fra la grandezza degli specchj piani, e le distanze; e possonsi nel mio specchio adoperare con uguale vantaggio cristalli grandi per ardere più da lontano, quanto per abbruciar più da vicino.

Imperciocchè, se ciò non fosse, vedesi tosto

ſto che riducendo, per eſempio, i miei criſtalli di ſei pollici a tre, ed adoperando quattro volte tanti di codeſti come de' primi criſtalli, (lorchè riguardo all' eſtenſione della ſuperficie dello ſpecchio tornerebbe al medeſimo) avrei avuto quattro volte più maggior effetto, e che quanto più piccoli foſſero i criſtalli, tanto maggior effetto produrrebbe lo ſpecchio. A ciò ſolo limitata ſarebbeſi l' arte di alcuno, che ſtudiato ſoltanto ſi foſſe d' inſcrivere una ſuperficie poligona in una sfera, ed ideato aveſſe l' eſpediente di cui io mi ſono ſervito per far cangiare a ſua voglia l' incurvatura di queſta ſuperficie; egli avrebbe fatto i criſtalli più piccoli che gli foſſe ſtato poſſibile; ma il fondo di queſta teoria ſi è l' aver riconoſciuto che non ſolamente trattavaſi d' inſcrivere con eſattezza una ſuperficie poligona in una sfera, e di farne variare l' incurvatura a piacere: ma eziandio che ciaſcuna parte di codeſta ſuperficie doveva, per produrre facilmente un grand' effetto, avere una certa determinata grandezza; il che forma un problema molto differente, la di cui ſoluzione mi dimoſtrò che in cambio di lavorare o tagliare uno ſpecchio in le ſue parti, per far coincidere le immagini al medeſimo ſito, baſtava tagliarlo o lavorarlo a faccette piane ed in parti grandi, ed eguali alla grandezza dell' immagine, e che poco vantaggio ſi veniva ad ottenere tagliandolo in troppo piccole

par-

parti, o (ch'è la medesima cosa) lavorandolo esattamente in tutt'i suoi punti. Per questo motivo ho nella mia Memoria detto, che per ardere a gran distanze era mestieri d'immaginare qualche cosa di nuovo, e del tutto indipendente da quanto si era pensato, e praticato in addietro, ed avendo geometricamente calcolato la differenza, ritrovai che uno specchio perfetto di qualunque curvatura esser si possa, non avrà sul mio giammai avvantaggio maggiore di 17. a 10., e che nel tempo stesso l'esecuzione di esso sarebbe impossibile, ancorchè non si trattasse di ardere se non a piccola distanza, come di 25. o 30. piedi. Ma ritorniamo alle asserzioni di Cartesio.

Egli dice in seguito „ che avendo due „ vetri o specchj ustorj, l'uno de' quali sia „ più grande dell'altro, di qualunque maniera esser si possano, purchè le loro figure sieno tutte eguali, il più grande deve unire i raggi del Sole in uno spazio „ maggiore e più lontano che 'l più piccolo; „ ma che questi raggi non devono aver più „ di forza in ciascuna parte di questo spazio, che non abbiano in quello in cui il „ più piccolo li riunisce, di maniera che si „ possono fare vetri, o specchj estremamente piccoli, i quali abbrucino con egual „ violenza che i più grandi.

Questo è assolutamente contrario alle sperien-

rienze da me riferite nella mia Memoria, in cui ho dimostrato che a uguale intensità di luce un gran punto di concorso abbrucia assai più che un piccolo, ed a questa osservazione tutta opposta al sentimento di Cartesio ho in parte appoggiato la teoria de' miei specchj; imperciocchè ecco ciò che segue dall'opinione di quel Filosofo. Prendiamo un grande specchio ustorio come quello del Sig. Segard di 32. pollici di diametro, e d'un foco di 9. linee di larghezza a 6. piedi di distanza, al qual foco fondesi il rame in un minuto, e facciamo nelle proporzioni medesime un piccolo specchio ustorio di 32. linee di diametro, il cui foco sia di $\frac{9}{12}$ o di $\frac{3}{4}$ di linea di diametro, e la distanza di 6. pollici; poichè il grande specchio, nell'estensione del suo foco ch'è di 9. linee, fonde il rame in un minuto, il piccolo, nell'estension del suo foco ch'è di $\frac{3}{4}$ di linea, deve, secondo Cartesio, in egual tempo fondere la stessa materia: ora volgendoci all'esperienza vedremo che questo piccolo vetro ustorio, ben lontano dal fondere il rame, potrà appena comunicare al medesimo un poco di calore.

Siccome questa è una considerazione fisica, la quale ha giovato non poco ad accrescere le mie speranze in tempo che dubitava an-

ancora di poter produr fuoco a una distanza grande, mi stimo in dovere di comunicare ciò che ne ho pensato.

La prima cosa cui io posi mente si è che il calore cumunicasi di grado in grado, e disperdesi nel tempo stesso che si continua ad applicarlo al medesimo punto; per esempio, se si fa cadere il foco d'un vetro ustorio sul centro d'uno scudo, e questo foco non abbia che una linea di diametro, il calore ch'esso produce nel centro dello scudo si disperde, e propagasi per l'intero volume dello scudo, il quale riscaldasi fino alla circonferenza; allora tutto il calore, quantunque da principio diretto contro il centro dello scudo, non vi si arresta, e non può produrre quell'effetto che produrrebbe, se tutto intero vi si fermasse. Ma se invece del foco d'una linea che cada sul mezzo dello scudo, io vi farò cader sopra tutto intero un foco di forza eguale al primo, allora rimanendo egualmente scaldate tutte le parti dello scudo, non v'avrà perdita di calore come nel primo, ed il punto di mezzo approfittando del calore degli altri punti quanto essi approfittano del suo, lo scudo in quest'ultimo caso verrà fuso, mentre nel primo non sarà rimasto più che leggermente scaldato. Io ho quindi conchiuso che ogni qualvolta possiamo formare un foco grande, siamo sicuri di ottenere effetti maggiori che con un piccolo, quantunque in tutti due l' in-

intensità di luce sia eguale; che un piccolo specchio ustorio non può giammai far l'effetto d'un grande; finalmente che con una minor intensità di luce, supposta sempre eguale la figura di due specchj, un grande deve produrre maggior effetto d'un piccolo. Questo, che come ognun vede, è direttamente opposto a quanto dice Cartesio, rimane confermato dalle sperienze riferite nella mia Memoria: io però non mi sono accontentato di sapere in maniera generale, che i gran fochi agissero con maggior forza che i piccoli, ma ho determinato a un di presso il grado di un tal accrescimento di forza, e l'ho scorto considerabilissimo; perciocchè ritrovai che, se in uno specchio per abbruciare è necessaria cento quarantaquattro volte la superficie d'un foco del diametro di sei linee, almeno il doppio richiedesi, cioè duecento ottantotto volte questa superficie, per ardere con un foco di due linee; e che a un foco di 6. pollici non è necessaria per abbruciare trenta volte quella stessa superficie; locchè come scorgesi, forma una differenza prodigiosa, la quale mi animò ad intraprendere il lavoro del mio specchio, intrapresa che senza questo riflesso sarebbe stata temeraria, e senza riuscita. Imperocchè, supponiamo per un momento ch'io non avessi avuto tal cognizione dell' avvantaggio dei grandi fochi su i piccoli, ecco come sarei stato obbligato a ragionare. Poichè, acciò uno

spec-

specchio arda in uno spazio di due linee è necessaria centó ottanta volte la superficie del foco, perchè esso arda nello spazio di 6. pollici, saranno del pari necessarj duecento ottantotto cristalli o specchj di 6. pollici; e quindi per ardere solamente a 100. piedi, sarebbe stato mestieri d'uno specchio composto di circa mille duecento cinquantadue cristalli di 6. pollici. Questa grandezza enorme in confronto d'un piccolo effetto era più che bastevole a farmi abbandonare il mio progetto; se io conoscendo l'avvantaggio considerabile dei gran fochi su i piccoli, il quale in questo caso è di 288. a 30, non avessi capito che con cento venti cristalli di 6. pollici, avrei certissimamente abbruciato a 100. piedi. Su quest' idea m'accinsi con fiducia alla costruzione del mio specchio, la quale, siccome è chiaro, suppone una teoria sì matematica, che fisica, molto diversa da quella che al primo colpo d'occhio immaginar si potesse.

Cartesio non doveva dunque affermare, che un piccolo specchio ustorio abbruciasse coll'egual violenza che un grande.

In appresso dice egli „ e uno specchio „ ardente il cui diametro non è maggiore „ che circa la centesima parte della distanza „ che passa tra esso, e il luogo in cui de- „ vonsi riunire i raggi del Sole; cioè, uno „ specchio, il quale abbia con questa distan- „ za l'egual proporzione che il diametro del

„ Sole ha colla distanza ch'è tra esso, e
„ noi; questo specchio dissi, se anche fosse
„ levigato da un Angelo non può far sì che
„ i raggi ch'esso riunisce, nel sito in cui li
„ raduna, scaldino più di quelli che vengo-
„ no direttamente dal Sole, il che intender
„ devesi eziandio de' vetri ardenti a propor-
„ zione: di qui voi potete scorgere che quel-
„ li, i quali non sono bene instrutti nell'
„ Ottica lascinsi persuadere di parecchie co-
„ se, le quali sono impossibili, e che quegli
„ specchj coi quali s'è detto che Archimede
„ abbruciasse de' vascelli in grande lontanan-
„ za dovevano essere estremamente grandi,
„ o piuttosto ch'essi sono favolosi.

Io limiterò qui le mie riflessioni: se il nostro illustre Filosofo avesse saputo che ad eguale intensità di luce i gran fochi abbruciano più dei piccoli, egli avrebbe assai diversamente giudicato, ed avrebbe posto una forte ristrizione a questa conclusione.

Ma prescindendo anche da questa cognizione che gli mancava, il suo ragionamento non è per niente affatto esatto; imperciocchè uno specchio ustorio, il cui diametro non sia più grande che all'incirca la centesima parte di quello ch'è tra esso, ed il luogo ove deve riunire i raggi, non è più uno specchio ustorio, poichè il diametro dell'immagine è in questo caso quasi eguale al diametro dello specchio; e per conseguenza non può riunire i raggi, siccome dice

Car-

Cartesio, il quale sembra non aver capito che questo caso ridurre devesi a quello degli specchj piani. Ma inoltre non servendosi se non di quanto egli sapeva, ed avea preceduto, egli è chiaro che se avesse avuto riguardo all'effetto di questo preteso specchio ch'egli suppone levigato da un Angelo, e che non deve riunire, ma soltanto riflettere la luce con tanto di forza, quanto ne ha venendo direttamente dal Sole; avrebbe capito che gli sarebbe stato possibile di abbruciare a distanze grandi con uno specchio di mediocre grandezza, se fosse giunto a dare al medesimo la figura conveniente; perciocchè avrebbe ritrovato che in tale ipotesi, uno specchio di cinque piedi abbruciato avrebbe a più di ducento piedi, e che per ardere a questa distanza non è necessario sei volte il calor del Sole; e per egual ragione che uno specchio di sette piedi avrebbe abbruciato quasi a 400. piedi, ciò che non esige specchj grandi per modo, che possansi reputar favolosi.

Restami da osservare che Cartesio ignorava quante volte fosse necessaria la luce per ardere; ch'egli non dice pur una parola degli specchj piani; ch'egli era molto lontano dal supporre la meccanica, con cui essi potevansi disporre per abbruciare da lontano; e che per conseguenza egli ha deciso senza avere sufficienti cognizioni della materia,

e senza riflettere bastevolmente a quanto sapeva.

Del resto io non sono il primo a rimproverare in qualche maniera Cartesio sopra questo proposito, quantunque acquistato ne abbia più che un altro il diritto. Imperciocchè per non uscire dal centro di questa Compagnia (1) ritrovo che il Sig. du Fay s'è allontanato ben poco da quanto ne ho detto io stesso. Ecco le sue parole: *la quistione non è*, dice egli, *se un tale specchio, il quale abbrucierebbe a seicento piedi sia possibile o nò, ma solo se fisicamente parlando ciò possa intravenire. Quest' opinione è stata estremamente contraddetta, ed io devo porre Cartesio alla testa di quelli che l' hanno combattuta*. Quantunque però il Sig. du Fay riguardasse la cosa come impossibile ad eseguirsi, non ha tuttavia lasciato di capire che Cartesio non aveva avuto ragione di negarne la possibilità nella teoria. Io confesserò di buona voglia che Cartesio s' accorse di ciò che succede alle immagini riflesse, o rifrante a differenti distanze, e che perciò la sua teoria è forse buona quanto quella del Sig. du Fay, il quale non l' ha dilucidata; ma le induzioni che Cartesio ne trae sono troppo generali, e vaghe, e false le ultime conseguenze;

(1) L' Accademia Reale delle Scienze.

ze; poichè s'egli avesse ben capita tutta codesta materia, invece di chiamar impossibile, e favoloso lo specchio d'Archimede, ecco ciò ch'egli avrebbe dovuto conchiudere dalla sua stessa teoria. Dappoichè uno specchio ustorio, il cui diametro non è grande più che la centesima parte della distanza che v'è tra il luogo ov'esso deve riunire i raggi del Sole, fosse pur anche levigato da un Angelo, non può far sì che i raggi dal medesimo riuniti, nel luogo in cui li riunisce riscaldino più di quelli che vengono direttamente dal Sole; questo specchio ustorio debb' essere considerato come uno specchio piano perfettamente levigato, e per conseguente, per ardere ad una distanza grande, richiedonsi tanti di questi specchj piani, quante volte la luce del Sole diretta è necessaria per abbruciare, talmente che gli specchj, de' quali dicesi che Archimede siasi servito per abbruciare da lontano i vascelli, doveano essere composti di specchj piani, de' quali almeno doveva essere necessario un numero eguale al numero delle volte che la luce del Sole diretta è necessaria per ardere: questa sarebbe stata, secondo i di lui principj, la vera conclusione, e quindi molto diversa da quella ch'egli ci ha data.

Noi siamo presentemente in istato di giudicare s'io abbia trattato o no il celebre Cartesio con tutti quei riguardi che merita il suo gran nome, allorchè dissi nella mia

Memoria: *Cartesio nato per giudicare, ed anche per superare Archimede, ha contro il medesimo pronunziato con tono magistrale, niegando la possibilità del ritrovato, e la di lui opinione prevalse alle testimonianze, ed alla persuasione di tutta l'antichità.*

Il da me or ora esposto basta per giustificare questi termini, per li quali mi vien fatto un rimprovero; e che forse sono troppo forti, perchè Archimede era un grandissimo genio; e nel dire che Cartesio era nato per giudicare di lui, ed anche per superarlo, ho capito che nell'espressione mia poteva esservi alcun poco di complimento nazionale.

Avrei ancora più cose da dire su questa materia, ma siccome io mi sono molto dilungato, quantunque sforzato m'abbia d'esser breve, io m'accontenterò di quanto ho esposto, ma non posso poi tralasciar di parlare ancora per un momento sul punto istorico della questione, affine di soddisfare con questa sola Memoria a tutte le opposizioni, e difficoltà che mi sono state fatte.

Io non pretendo di decidere assolutamente che Archimede siasi servito di simili specchj nell'assedio di Siracusa, e nemmeno ch'egli ne sia il ritrovatore, non avendoli io chiamati *specchj d'Archimede*, se non perch'essi erano da molti secoli conosciuti sotto questo nome. Gli Autori contemporanei, e quelli de' tempi posteriori a quello d'Archimede, i quali sono pervenuti fino a noi

non

non fanno menzione di tali specchj. Tito Livio che si compiacque tanto di riferire cose maravigiose, non ne parla; Polibio, alla cui esattezza sfuggiti non sarebbero i gran ritrovati, giacchè si fa carico di minutamente riferire i meno importanti, e descrive accuratamente le più leggiere circostanze dell' assedio di Siracusa, osserva un profondo silenzio in proposito di questi specchj. Plutarco, quell' Autor grave, ed assennato, il quale ha riunito un sì gran numero di fatti particolari concernenti la vita d' Archimede, parla degli specchj tanto, quanto i due precedenti. Eccovi più che non abbisogna per credersi autorizzato a dubitare della verità di codesta storia; ma queste non sono che testimonianze negative, le quali, quantunque non indifferenti, non possono mai indurre una probabilità equivalente a quella d' una sola positiva.

Galeno, che visse nel secondo secolo, è il primo che ne abbia parlato, e dopo d'aver raccontata la storia d' un uomo, il quale da lontano accese un mucchio di legna resinose frammischiate di colombina, dice che questa è la maniera con cui Archimede arse i vascelli de' Romani; ma siccome questa maniera di ardere da lontano egli non la descrive bene, e la sua espressione può egualmente significare un fuoco ch' egli abbia vibrato colla mano, o per mezzo di qualche macchina, come una luce riflessa per

mezzo di uno specchio, la sua testimonianza non è chiara quanto basti a potere su ciò conchiudere affermativamente. Tuttavia deve presumersi non senza grande probabilità, che non per altro motivo riferisca la storia di quest'uomo che ha abbruciato da lontano, se non perchè egli ciò abbia fatto in singolar modo; e siccome s'egli avesse abbruciato lanciando il fuoco colla mano, o vibrandolo per mezzo d'una macchina, quella maniera d'incendiare niente avrebbe avuto di straordinario, niente per conseguente che degno fosse d'osservazione, e che meritasse d'essere riferito, e paragonato a ciò che aveva fatto Archimede, Galeno non ne avrebbe fatto menzione.

Noi abbiamo altresì simili testimonianze di due o tre altri Autori del terzo secolo, i quali soltanto asseriscono che Archimede arse da lontano i vascelli de' Romani, senza additare i mezzi de' quali egli si servì; le testimonianze degli Autori del duodecimo secolo, e massime di Zonara, e di Tzetze da me citati non sono equivoche, cioè dimostranci chiaramente essere stato conosciuto dagli Antichi un tale ritrovamento, poichè la descrizione che ne fa quest'ultimo Autore, suppone necessariamente che o egli medesimo abbia ritrovata la maniera di costruire questi specchj, o che appreso l'abbia, e tratto da qualche Autore, il quale ne avesse fatto un'esattissima descrizione, e che

e che l'inventore, qualunque ei fosse, intendesse a fondo la teoria di codesti specchj, come risulta da quanto Tzetze dice della figura di 24. angoli, o 24. lati che avevano i piccoli specchj, la quale è realmente la figura più vantaggiosa. Quindi non si può recar in dubbio che quelli specchj non siano stati inventati, ed eseguiti altre volte, e l' autorità di Zonara a proposito di Proclo, non è sospetta. *Proclo*, dice egli, *se ne servì nell' assedio di Costantinopoli l' anno 514, ed abbruciò la flotta di Vitaliano*. Inoltre mi sembra una specie di prova ciò che Zonara aggiunge cioè, che Archimede fosse il primo ritrovatore di questi specchj; imperciocchè precisamente dice che questa scoperta era antica, e che l' istorico Dione ne attribuisce l' onore ad Archimede che la fece, e se ne servì a danno de' Romani nell' assedio di Siracusa. I libri di Dione, ne' quali si fa menzione dell' assedio di Siracusa non sono pervenuti fino a noi, ma v' è molta apparenza che esistessero ancora a' tempi di Zonara, senza di che egli non gli avrebbe citati, come ha fatto. Valutate tutte le probabilità dell' una parte, e dell' altra, rimane una forte presunzione, che Archimede abbia di fatto inventati codesti specchj, e siasene valso contro i Romani. Il fu Sig. Melot da me citato nella mia Memoria, il quale aveva a questo proposito fatte particolari, ed esattissime ricerche, era di que-

sto sentimento, ed opinava che Archimede realmente abbruciato avesse i vascelli a mediocre distanza, e come dice Tzetze, d'un tiro di freccia: questa distanza del tiro di freccia io l'ho valutata a 150. piedi, dopo ciò che mi venne detto da uomini versatissimi nella cognizione delle antiche costumanze, i quali mi assicurarono che ogni qualvolta negli Autori parlasi del tiro di freccia, intender devesi la distanza, alla quale un uomo lancia colla mano una freccia o un dardo; per lo che, se ciò è vero, io credo di aver data a codesta distanza tutta l'estensione che può convenirle.

Aggiungerò, che in nissuno Autore antico si move questione d'una distanza maggiore, come di tre stadj; ed io ho già detto che l'Autore che mi era stato obbiettato, Diodoro di Sicilia, niente parla di ciò non meno che dell'assedio di Siracusa; e che quanto rimanci di quest'Autore non passa oltre la guerra d'Ipso, e d'Antigono, la quale seguì circa settant'anni prima dell'assedio di Siracusa. Non può dunque essere scusato Cartesio col supporre ch'egli abbia creduto che la distanza, alla quale si è preteso che Archimede avesse abbruciato, fosse grandissima, per esempio di tre stadj, poichè ciò non leggesi in alcun Autore antico; dove al contrario ritrovasi in Tzetze, che la distanza non era maggiore del tiro di freccia. Io sono tuttavia convinto che Cartesio avrebbe

guar-

guardata come molto grande anche questa stessa distanza; e ch' egli fosse persuaso dell' impossibilità di fare specchj per ardere a 150. piedi, e finalmente che per questa ragione reputasse favolosi quelli d' Archimede.

Del resto gli effetti dello specchio ch' io ho costruito non devono risguardarsi se non come sperienze, sulle quali possonsi con verità determinare sicuramente tutte le proporzioni, ma che non possano esser considerate come i più grandi effetti possibili; imperciocchè io sono persuaso, che se far si volesse con tutte le necessarie attenzioni uno specchio simile, esso produrrebbe più del doppio effetto: la prima cautela sarebbe di scegliere cristalli di figura esagona, od anche di 24. lati, invece di prenderli bislunghi come quelli de' quali io mi sono servito, e ciò affine di avere delle figure che potessero combinarsi senza lasciare grandi intervalli, e che nel tempo stesso s' accostassero alla figura circolare; la seconda sarebbe di far levigare all' ultimo grado i cristalli da un Occhialajo, invece di adoperarli tal quali escono dalla fabbrica, dove siccome per levigarli si adopra un segmento di cerchio, i cristalli sono sempre alquanto concavi, ed irregolari; la terza attenzione sarebbe di scegliere fra un gran numero di cristalli quelli che ad una distanza grande siano per presentare un' immagine più viva, e meglio compita, il che

è estre-

è estremamente importante, e a tal segno che nel mio specchio sonvi de' cristalli, i quali soli producono tre volte più effetto degli altri a distanza grande, quantunque a piccola distanza, come di 20. o 25. piedi, l' effetto sembri assolutamente lo stesso. Quarto, per ardere a 150. o 200. piedi sarebbero necessarj cristalli d' un mezzo piede di superficie tutt' al più, e d'un piede di superficie per ardere a 300 o 400 piedi. Quinto, sarebbe mestieri di far loro dar la foglia, con maggior cura che non sia ha ordinariamente: io ho osservato che in generale i cristalli stagnati di fresco riflettono maggior luce di quelli che sono stagnati da molto tempo; imperciocchè la stagnatura riseccando si stacca, si divide, e lascia de' piccoli intervalli che riconosconsi guardandovi da vicino con una lente, e questi piccoli intervalli, lasciando il passaggio alla luce, fanno sì che il cristallo ne rifletta tanto meno. Potrebbesi trovare la maniera di fare una migliore stagnatura, e a tanto credo che si giungerebbe adoperando dell' oro, e dell' argento vivo: la luce con questa riflessione sarebbe forse alquanto più gialla, ma ciò ben lungi dall' apportare svantaggio, penso anzi che recherebbe dell' utile, perciocchè i raggi gialli sono quelli che feriscono più fortemente la retina, ed abbruciano più violentemente, siccome io credo d' essermene assicurato con riunire per mezzo d' un vetro lenticolare una

quan-

quantità di raggi gialli somministratimi da un gran prisma, e con paragonare la loro azione con una quantità di raggi d'ogn'altro colore, riuniti dallo stesso vetro lenticolare, e presentati dallo stesso prisma.

Sesto, vi vorrebbe un telajo di ferro, e delle viti di rame, ed una molla per trattenere ciascuna delle piccole tavole che sostengono i cristalli, e tutto codesto conforme al modello ch'io ho fatto eseguire dal Sig. Chopitel, affinchè il disseccamento, e l'umidità che agiscono sul telajo, e sulle viti in legno non cagionassero alcun'inconveniente, e il foco una volta formato non fosse soggetto ad allargarsi ed a disseftarsi, allorquando lo specchio si fa girare sul suo perno, o muovere intorno al suo asse per tener dietro al Sole; sarebbe altresì necessario aggiungervi un'alidada con due traguardi al mezzo della parte inferiore del telajo, affine di assicurarsi della positura dello specchio per riguardo al Sole, ed un'altra alidada simile, ma in un piano verticale al piano della prima per seguitare le differenti altezze del Sole.

Previe tutte queste attenzioni, per l'esperienza che ho acquistata servendomi del mio specchio, credo di poter assicurare che la grandezza del medesimo ridurre potrebbesi alla metà, e che invece dello specchio di sette piedi, col quale io abbruciai del legno a 150. piedi, si otterrebbe lo stesso effet-

effetto con specchio di cinque piedi e mezzo; grandezza, la quale, come scorgesi, non è che molto mediocre in confronto d'un effetto grandissimo. Egualmente credo di poter assicurare che per ardere a 100. piedi non vi vorrebbe più che uno specchio di quattro piedi e mezzo, e che uno di tre piedi e mezzo abbrucerebbe a 60. piedi, distanza assai considerabile a paragone del diametro dello specchio.

Con una unione di piccoli specchj piani esagoni, e d'acciajo levigato, i quali sarebbero più sodi, e più durevoli de' vetri stagnati, senza essere soggetti alle alterazioni che la luce del Sole coll'andar del tempo cagiona alla stagnatura, noi potremmo ottenere effetti utilissimi, i quali compenserebbero largamente le spese della costruzion dello specchio.

1.° Per tutti gli svaporamenti dell'acque salate, per li quali noi siamo obbligati di consumare legna, e carbone, o di usar l'arte delle fabbriche, nelle quali si fa svaporare l'acqua in cui è disciolto il sale, la quale costa molto più della costruzione di molti specchj tal quali io li propongo. Per lo svaporamento dell'acque salate non richiederebbesi più che un'unione di dodici specchj piani, ciascuno d'un piede quadrato; perciocchè il calore ch'essi rifletteranno al loro foco, quantunque diretto al di sotto del loro livello, e alla distanza di 15. o 16.

o 16. piedi, sarà tuttavia bastante a far bollir l'acqua, e per conseguente a produrre un pronto svaporamento, giacchè il calore dell'acqua bollente non è che il triplo del calore del Sole d'estate: e siccome il riflettersi d'una superficie piana ben levigata diminuisce soltanto la metà del calore, soli sei specchj sarebbero necessarj per produrre nel punto di concorso un calore eguale a quello dell'acqua bollente; ma io ne raddoppio il numero affinchè comunichisi più prontamente il calore, ed in compenso alla perdita che cagiona l'obbliquità, colla quale il fascetto della luce cada sulla superficie dell'acqua che si vuol fare svaporare, e sì ancora perchè l'acqua salata più lentamente riscaldisi dell'acqua dolce. Questo specchio che tutt'insieme verrebbe a formare un quadrato di quattro piedi di larghezza sopra tre d'altezza, sarebbe comodo da maneggiarsi, e da trasportarsi: che se raddoppiare, o triplicare se ne volessero nel tempo stesso gli effetti, tornerebbe meglio il fare molti specchj simili, cioè raddoppiare o triplicare il numero di questi medesimi specchj di quattro piedi sopra tre, che non l'accrescerne l'estensione; imperciocchè non potendo l'acqua ricevere il calore oltre un certo determinato grado, quasi nissun vantaggio riportebbesi dall'aumentare questo grado, e per conseguente la grandezza dello specchio; laddove

sor-

formando due fochi con due specchj eguali l'effetto dello svaporamento raddoppierassi, e triplicherassi per mezzo di tre specchj, i fochi de' quali cadranno separatamente gli uni dagli altri sulla superficie dell'acqua che si vuol fare svaporare. Del resto è inevitabile la perdita che cagiona l'obbliquità, alla quale volendo non si può rimediare se non con una perdita ancora maggiore, ricevendo prima i raggi del Sole su d'un gran cristallo, il quale li rifletterebbe sullo specchio tagliato, perciocchè allora questo arderebbe al basso invece di ardere in alto, ma perderebbe metà del calore nella prima riflessione, e metà del resto nella seconda, di maniera che invece di sei piccoli specchj, ve ne vorrebbero dodici per ottenere un calor eguale a quello dell'acqua bollente.

Perchè lo svaporamento succeda più felicemente, bisognerà diminuire quanto sarà possibile l'altezza dell'acqua. Una massa d'acqua d'un piede d'altezza non isvaporerà così presto come la stessa massa ridotta a sei pollici d'altezza, ed accresciuta del doppio in superficie. Altronde quanto più il fondo è vicino alla superficie, altrettanto più prontamente riscaldasi, e questo calore che il fondo del vaso riceve, contribuisce eziandio alla prontezza dello svaporamento.

2.° Noi potremo utilmente servirci di questi specchj per calcinare i gessi ed anche le

pie-

pietre calcarie, ma vi vorrebbero più grandi, e le materie dovrebbero collocarsi in alto, affine di non avere alcuna perdita per cagione dell'obbliquità della luce. Dalle sperienze riferite nella seconda di queste Memorie abbiamo veduto che il gesso riscaldasi più d'una volta più presto della pietra calcaria tenera, e quasi due volte più presto del marmo, o della pietra calcaria dura; e la rispettiva loro calcinazione deve essere nella ragione medesima. Inoltre da una sperienza ripetuta tre volte, compresi che per calcinare il gesso bianco, che chiamasi *alabastro*, è necessario un calore alquanto maggiore, che per fondere il piombo. Ora siccome il calore necessario per fondere il piombo è, secondo le sperienze di Newton, otto volte maggiore del calore del Sole d'estate, così almeno sedici piccoli specchj richiederebbonsi per calcinare il gesso, ed a motivo delle perdite cagionate dall'obbliquità della luce non meno che dall'irregolarità del foco, che non si potrà spingere oltre quindici piedi, io presumo che vi vorranno venti, e forse ventiquattro specchj, ciascuno d'un piede quadrato, per calcinare in poco tempo il gesso: che per conseguenza necessaria sarebbe un'unione di quarantotto di codesti piccoli specchj per la calcinazione della pietra calcaria più tenera, e settantadue de' medesimi piccoli specchj d'un piede in quadrato per calcina-

re

re le pietre calcarie dure. Ora uno ſpecchio di dodici piedi di larghezza ſopra ſei piedi d'altezza non laſcia d'eſſere una groſſa macchina imbarazzante, e difficile da movere, montare, e mantenere. Tuttavia queſte difficoltà ſupererebbonſi, ſe il prodotto della calcinazione foſſe conſiderevole abbaſtanza per equivalere, ed anche oltrepaſſare la ſpeſa del conſumo della legna: per accertarſi di ciò, converrebbe incominciare dal calcinare il geſſo con uno ſpecchio di ventiquattro pezzi, e ſe queſto riuſciſſe, far due altri ſpecchj ſimili invece d'un grande di ſettantadue pezzi; imperciocchè con far coincidere i fochi di queſti tre ſpecchj di ventiquattro pezzi ſi produrrà un egual calore, il quale ſarà baſtante a calcinare il marmo, o la pietra dura.

Ma rimane in dubbio una coſa eſſenzialiſſima, ch'è di ſapere quanto tempo abbiſognarebbe per calcinare per eſempio un piede cubo di materia, maſſimamente ſe queſto piede cubo non foſſe percoſſo dal calore ſe non da un lato. Io vedo che vi vorrebbe del tempo prima che il calore penetraſſe tutta la ſua groſſezza, e che in tutto queſto tempo ſe ne diſperderebbe una parte aſſai grande, la quale uſcirebbe dalla maſſa poco dopo d'eſſervi entrata; temo quindi aſſai che non eſſendo la pietra occupata ad un tratto, e in tutt' i lati dal calore, la calcinazione ſarebbe lentiſſima, e piccoliſſimo il pro-

prodotto. In questo caso la sola sperienza può decidere, ma bisognerebbe tenerla almeno colle materie gessose, la calcinazione delle quali debb' essere una volta più pronta di quella delle altre materie calcarie (1).

Concentrando questo calore del Sole in un forno, il quale non avesse altra apertura che quella che lasciasse entrar la luce, impedirebbesi in gran parte il dissipamento del calore, e frammischiando alle pietre calcarie una piccola quantità di argilla unita a polvere di carbone, che fra tutte le materie combustibili è la meno dispendiosa, questa leggiera quantità d'alimento basterebbe a mantenere, ed accrescere di molto la quantità di calore, da cui otterrebbesi una più ampia e più pronta calcinazione, e con pochissima spesa, come s'è veduto nella seconda sperienza della quarta Memoria.

3.° Que-

(1) E' recentemente uscita una piccol Opera piena di grandi lumi, del Sig. Abate Scipione Bexon, la quale ha per titolo: *Sistema della fecondazione*. Egli propone i miei specchj come un mezzo facile per ridurre in calce tutte le materie, ma attribuisce loro maggior potenza di quella, che abbiano realmente, perciocchè i grandi effetti de' quali egli lusingasi non potrebbonsi ottenere se non col moltiplicarli.

3.° Questi specchj d'Archimede possono realmente servire per mettere il fuoco nelle vele de' vascelli, ed anche ne' legni incatramati, alla distanza di più di 150. piedi: potrebbonsi eziandio adoperare contro i nemici per arderne le biade, e le altre produzioni della terra, e quest'effetto che otterrebbesi assai prontamente, sarebbe pregiudicevolissimo: ma non ci occupiamo nel ricercare i mezzi di far del male, e pensiamo piuttosto a quelli, che possono procurar qualche bene all'umanità.

4.° Questi specchj somministrano il solo, ed unico mezzo di misurare esattamente il calore: egli è evidente che due specchj, le immagini luminose de' quali si riuniscono, producono un calore doppio in tutt'i punti della superficie ch'esse occupano; che tre, quattro, cinque, ec. specchj produrranno per egual modo un calore triplo, quadruplo, quintuplo ec., e che per conseguente con questo mezzo si può fare un termometro, di cui le divisioni non saranno arbitrarie, nè diverse le scale, come sono quelle di tutt'i termometri de' quali ci siamo serviti fino al dì d'oggi. Nella costruzione di questo termometro altro non vi sarebbe d'arbitrario, se non la supposizione del numero totale delle parti del mercurio, incominciando dal grado del freddo assoluto; ma prendendolo a 10000 al disotto della conge-

gelazione dell'acqua, invece di 1000, come ne' nostri termometri ordinarj, noi ci avvicineremmo molto alla realtà, massime scegliendo le giornate dell' inverno più fredde, per guardare il termometro; imperciocchè ciascuna immagine del Sole comunicherebbe al medesimo un grado di calore al disopra della temperatura, che noi supporremo superiore a quello del ghiaccio. Il punto a cui il mecurio solleverebbesi per mezzo del calore della prima immagine del Sole, sarebbe segnato 1; il punto a cui innalzerassi mercè il calore di due immagini eguali, e riunite sarebbe segnato 2; quello a cui verrà alzato da tre immagini 3, e così in seguito fino alla più grande altezza, ch' estendere si potrebbe perfino al grado 36. A quel grado avrebbesi un aumento di calore trentasei volte maggiore di quello del primo grado; diciotto volte maggiore di quello del secondo; dodici volte maggiore di quello del terzo; nove volte maggiore di quello del quarto ec. Quest' aumento di calore al grado 36. al di sopra di quello del ghiaccio sarebbe bastevole a fondere il piombo, e secondo ogni apparenza, il mercurio, il quale ad un calore assai minore si volatilizza, farebbe col suo vapore rompere il termometro. La divisione dunque non potrà estendersi fino alli 12, e forse anche alli 9 gradi, se per codesti termometri ci serviamo

del

del mercurio; e con questo mezzo avremo soltanto i gradi d'un aumento di calore fino alli 9. Questa è una delle ragioni che avevano determinato Newton a servirsi dell' olio di lino invece del mercurio, e di fatti usando codesto liquore, potrebbesi estendere la divisione non solo ai 12. gradi, ma fino al punto dell' olio bollente. Io non progetto di riempiere termometri collo spirito di vino colorato; poichè si sa universalmente che un tal liquore decomponesi in assai poco tempo (1), e che poi esso non può servire alle sperienze d'un calore alquanto forte.

Allorché sulla scala de' termometri riempiti d'olio, o di mercurio, saranno state segnate le prime divisioni 1, 2, 3, 4 ec., le quali indicheranno il doppio, il triplo, il quadruplo ec. degli aumenti del calore, bisognerà cercare le parti aliquote di ciascuna divisione, per esempio i segni del $1\frac{4}{1}$, $2\frac{1}{4}$, $3\frac{1}{4}$ ec., o del $1\frac{1}{2}$, $2\frac{1}{2}$, $3\frac{1}{2}$ ec.

e del

---

(1) Molti Viaggiatori mi hanno scritto che i termometri di Reaumur fatti collo spirito di vino eran diventati per loro del tutto inutili, a motivo che questo liquore scolorasi, e caricasi in pochissimo tempo d' una specie di feccia.

e del $1\frac{3}{4}$, $2\frac{3}{4}$, $3\frac{3}{4}$ ec., il che otterrassi con un mezzo facile, cioè col coprire la metà, o il quarto, oppure i tre quarti della superficie d'uno de' piccoli specchj, perciocchè allora l'immagine da esso riflessa, non conterrà se non il quarto, la metà, o li tre quarti del calore contenuto nell'immagine intera, e per conseguenza le divisioni delle parti aliquote saranno esatte quanto quelle de' numeri interi.

Riuscendosi una volta a fare questo termometro reale, ch'io così lo chiamo, perchè indicherebbe realmente la proporzione del calore, tutti gli altri termometri, le scale de' quali sono arbitrarie, e differenti tra loro, diverrebbero non solamente superflui, ma eziandio in molti casi pregiudicievoli alla precisione delle fisiche verità che ricercansi colla scorta de' medesimi. Noi possiamo richiamarci alla mente l'esempio che ne ho dato parlando della quantità del calore che emana dal globo della Terra paragonato a quello che ci viene dal Sole.

5. Per mezzo degli specchj tagliati potrannosi agevolmente raccogliere nell'intera loro purezza le parti volatili dell'oro, o dell'argento, e degli altri metalli, e minerali; perciocchè presentando al largo foco di tali specchj una gran piastra di metallo, come a dire un piatto d'argento, scorgerassi uscirne un fumo abbondantissimo per un tempo con-

ſiderabile fino al momento, in cui il metallo paſſa in fuſione, e comunicando ſoltanto un calore alquanto minore di quello che per la fuſione ricercaſi, ſi farà ſvaporare il metallo a ſegno di diminuirne aſſai notabilmente il peſo. Io mi ſono accertato di queſto primo fatto, il quale può somminiſtrare de' lumi per la compoſizione intima de' metalli: avrei eziandio deſiderato di raccogliere codeſto vapore copioſo che il fuoco puro del Sole traeva dal metallo; ma ſiccome non aveva gli ſtromenti neceſſarj, quindi non poſſo che raccomandare ai Chimici, ed ai Fiſici di proſeguire queſta importante ſperienza, i riſultati della quale ſaranno tanto meno equivoci quanto più puro è in tal caso il vapore metallico, il quale in ogni altra ſimile operazione, che far ſi voleſſe col fuoco comune, ſarebbe neceſſariamente frammiſchiato ad altri vapori provenienti dalle materie combuſtibili che ſervono d'alimento al fuoco. D'altronde queſto è forſe l'unico mezzo che noi abbiamo di volatilizzare i metalli fiſſi, come l'oro, e l'argento: imperciocchè io preſumo che il vapore che ho veduto alzarſi in quantità così grande da que' metalli ſcaldati al largo foco del mio ſpecchio, non è acqua nè alcun altro liquore, ma bensì una porzione delle parti medeſime del metallo, che il calore ne diſtacca volatilizzandolo. Ricevendo quindi i vapori

pori puri de' differenti metalli, potrebbesi mischiarli insieme, e fare con tal mezzo leghe più intime, e più pure che non ottengonsi dalla fusione, e dalla mescolanza de' medesimi metalli fusi, i quali non s'uniscono mai perfettamente a motivo dell'ineguaglianza del loro peso specifico, e per parecchie altre circostanze opponentisi all'intima unione, ed alla perfetta eguaglianza del misto; e siccome le particelle constituenti i vapori metallici ritrovansi in uno stato di divisione molto maggiore che nello stato di fusione, esse più facilmente uniranosi, ed avvicinerannosi assai più. Finalmente per tal mezzo arriveremo forse al conoscimento d'un fatto generale, ch'io per molte buone ragioni m'era indotto a supporre già da molto tempo, cioè che in tutte le leghe fatte a questo modo vi sarebbe compenetrazione, e che il loro peso specifico sarebbe sempre maggiore della somma de' pesi specifici delle materie onde fossero composte: perciocchè la compenetrazione non è che un grado maggiore d'intima unione, la quale, pari essendo tutte l'altre circostanze, sarà altrettanto più intima, quanto più perfetto sarà lo stato di divisione nelle materie.

Riflettendo all'apparecchio de' vasi, che impiegar dovrebbonsi a ricevere, e raccogliere i vapori metallici, mi venne un pen-

ſiero che mi ſembra troppo utile per non pubblicarlo, ed eziandio troppo facile da realizzare, perchè i buoni Chimici non lo comprendano toſto. Ad alcuni tra queſti ho comunicato la mia idea, e mi parve che ne rimaneſſero ſoddisfatti. Eſſa conſiſte in far agghiacciare il mercurio nel noſtro clima, e con un grado di freddo molto minore di quello delle ſperienze di Pietroburgo, o di Siberia: per ciò ottenere baſta ricevere il vapore del mercurio, ch'è il mercurio ſteſſo volatilizzato da un calor minimo di una cucurbita, o in un recipiente, al quale comunicheraſſi un grado di freddo artifiziale; queſto mercurio in vapore, cioè eſtremamente diviſo, per l'azione del freddo preſenterà ſuperficie sì grandi, e maſſe così piccole, che invece delli 187. gradi di freddo che richiedonſi per agghiacciare il mercurio in maſſa, non ne abbiſogneranno che 18. o 20. gradi, e fors'anche meno per agghiacciarlo in vapori. Eſorto a queſt'importante ſperienza tutti coloro che di buona fede occupanſi pel progreſſo delle Scienze.

A queſti uſi principali dello ſpecchio d'Archimede potrei aggiungerne molt'altri particolari; ma ho creduto dovermi accontentare di quelli, i quali e più utili mi ſono ſembrati, e meno difficili a ridurſi in pratica. Ciò non oſtante penſo di dover unire qui alcune ſperienze da me fatte ſulla traſmiſſione della luce attraverſo ai corpi traſparen-

renti, e dare nel tempo stesso alcune idee nuove sui mezzi di distinguere da lontano gli oggetti a occhio nudo, o per mezzo d'un solo specchio simile a quello, di cui hanno parlato gli Antichi, col quale dal porto d'Alessandria scorgevano i vascelli tanto da lontano, quanto la curvatura della Terra lo poteva permettere.

Tutt' i Fisici presentemente sanno che sonovi tre cause, le quali impediscono alla luce di riunirsi in un punto, allorchè i suoi raggi hanno attraversato il vetro obbiettivo d'un cannocchiale ordinario. La prima si è la sferica curvatura di questo vetro, la quale tramanda una parte de' raggi in uno spazio terminato da una curva. La seconda è l'angolo, sotto il quale l'oggetto che noi osserviamo ci apparisce ad occhio semplice; imperciocchè la larghezza del foco dell'obbiettivo ha sempre a un dipresso per diametro una linea eguale alla corda dell' arco che misura codest' angolo: la terza è la diversa rifrangibilità della luce; imperciocchè i raggi più rifrangibili non riunisconsi nel luogo stesso in cui radunansi i meno rifrangibili.

Noi possimo rimediare all' effetto della prima cagione, col sostituire, siccome ha proposto Cartesio, de' vetri ellittici o iperbolici ai vetri sferici: si rimedia all' effetto della seconda per mezzo d'un secondo vetro collocato al foco dell' obbiettivo, il cui

diametro è pressochè eguale alla larghezza di esso foco, e la cui superficie è lavorata su d'una sfera d'un raggio molto corto. Si è a' dì nostri trovata la maniera di rimediare anche alla terza col fare de' cannocchiali che chiamansi *acromatici*, i quali sono composti di due sorta di vetri, e dispergono diversamente i raggi colorati per modo che la dispersione dell'uno è corretta dalla dispersione dell'altro, senza che la rifrazione generale media, che constituisce il cannocchiale, venga annichilata. Un cannocchiale di 3. piedi e mezzo di lunghezza, fatto su questi principj, equivale per l'effetto agli antichi cannocchiali di 25. piedi di lunghezza.

Del resto il rimedio all'effetto della prima causa è rimasto del tutto inutile fino al dì d'oggi, perchè essendo molto più considerabile l'effetto dell'ultima, esso influisce cotanto sull'effetto totale, che nessun avvantaggio trar si poteva dal sostituire vetri iperbolici, o ellittici a vetri sferici, sostituzione che non poteva diventar utile se non nel caso, che ritrovato fossesi il mezzo di correggere l'effetto della differente rifrangibilità de' raggi della luce: sembra dunque che presentemente sarebbe ben fatto a combinare i due mezzi, e sostituire ne' cannocchiali acromatici i vetri ellittici agli sferici.

Per rendere la cosa più sensibile, supponiamo, che l'oggetto che osservasi sia un pun-

punto luminoso senza estensione, com'è una stella fissa rapporto a noi; egli è certo che con un obbiettivo, per esempio di 30. piedi di foco, tutte le immagini del punto luminoso allargherannosi in forma di curva al foco di codesto vetro, s'esso è lavorato su d'una sfera, ed all'opposito si raduneranno in un punto, se il vetro è iperbolico; ma se l'oggetto che osservasi ha una certa estensione, come la Luna, che occupa a' nostr' occhj circa un mezzo grado di spazio, allora l'immagine dell'oggetto occuperà uno spazio di circa tre pollici di diametro al foco dell'obbiettivo di 30. piedi, e l'aberrazione cagionata dalla sfericità, producendo una confusione in un momento luminoso qualunque, la produce egualmente su tutt' i punti luminosi del disco della Luna, e per conseguenze la disfigura interamente. Dunque in ogni caso, poichè s'è ritrovata la maniera di correggere in gran parte il cattivo effetto prodotto dalla differente rifrangibilità de' raggi, sarà molto utile il servirsi di vetri ellittici o iperbolici per li cannocchiali lunghi.

Da quanto abbiam detto ne segue, che se si vuol fare un cannocchiale di 30. piedi per osservare la Luna, e vederla interamente, il vetro oculare deve avere almeno 3. pollici di diametro per raccogliere intera l'immagine, che l'obbiettivo produce nel suo foco; e che volendosi osservare questo

sto astro con un cannocchiale di 60. piedi, l'oculare dovrebbe avere almeno sei pollici di diametro, perchè la corda dell'arco che misura l'angolo sotto il quale a noi comparisce la Luna, in questo caso è di tre pollici, e di sei pollici presso a poco; quindi gli Astronomi non si valgono mai di cannocchiali che racchiudano l'intero disco della Luna, perch'essi ringrandirebbero troppo poco: ma se si vuole osservare Venere con un cannocchiale di 60. piedi, siccome l'angolo sotto il quale essa noi apparisce non è che di 60. secondi circa, il vetro oculare potrà non avere che 4. linee di diametro, e servendoci d'un obbiettivo di 120. piedi, un oculare di 120. piedi basterà per riunire intera l'immagine, che l'obbiettivo forma nel suo foco.

Quindi deriva che, quand'anche i raggi di luce fossero egualmente rifrangibili, non potremmo formare de' cannocchiali buoni per vedere la Luna interamente, come per veder gli altri pianeti; e che quanto più un pianeta è piccolo a' nostr'occhj, tanto più noi possiamo accrescere la lunghezza del cannocchiale per poterlo interamente vedere. Per altro scorgesi bene che in questa medesima supposizione de' raggi egualmente rifrangibili, debb'esservi una determinata lunghezza più vantaggiosa di qualunque altra per un tale, o tal'altro pianeta, e che codesta lunghezza del cannocchiale dipende non solo

dall'

dall'angolo, sotto il quale il pianeta rappresentasi ai nostri occhj, ma ancora dalla quantità di luce che lo illumina.

Ne' cannocchiali ordinarj, essendo diversamente rifrangibili i raggi della luce, tutto ciò che far potrebbesi a questo riguardo per perfezionarli non sarebbe molto vantaggioso, perchè, sotto qualunque angolo presentisi al nostro occhio l'oggetto, o l'astro che noi vogliamo osservare, e qualunque intensità di luce possa il medesimo avere, i raggi non si raduneranno mai nel medesimo sito; poichè quanto più il cannocchiale sarà lungo, tanto più d'intervallo (1) saravvi tra il foco de' raggi rossi, e quello de' raggi violacei, e per conseguenza tanto più confusa sarà l'immagine dell'oggetto che osservasi.

Non si può dunque perfezionare i cannocchiali per rifrazione, se non con procurare, come s'è fatto, i mezzi di correggere l'effetto della differente rifrangibilità, ossia, componendo il cannocchiale di vetri di differente grossezza, o con altri mezzi particolari, i quali saranno diversi secondo i diversi oggetti, e le diverse circostanze: supponiamo per esempio un corto cannocchiale composto di due vetri, l'uno convesso, l'altro conca-

(1) Quest'intervallo è d'un piede sopra 27. di foco.

cavo da'due lati; egli è certo che questo cannocchiale può ridursi ad un altro, i due vetri del quale siano piani dall'un lato, e lavorati dall'altro sopra sfere, il raggio delle quali fosse una volta più corto di quello delle sfere, sulle quali fossero stati lavorati i vetri del primo cannocchiale. Ora, per ischivare una gran parte dell'effetto della diversa rifrangibilità de' raggi, si può fare questo secondo cannocchiale d'un sol pezzo di vetro massiccio, siccome io lo feci eseguire con due pezzi di vetro bianco, l'uno di due pollici e mezzo di lunghezza, e l'altro d'un pollice e mezzo; ma allora la perdita della trasparenza è un inconveniente ancora più grande di quello della diversa rifrangibilità che con tal mezzo correggesi; imperciocchè codesti due piccoli cannocchiali di vetro massicci sono più oscuri che un piccolo cannocchiale ordinario dello stesso vetro, e delle stesse dimensioni; e quantunque essi ci presentino meno iride, non sono perciò migliori: che se poi si facessero più lunghi, sempre con vetro massiccio, la luce, dopo d'avere attraversata la grossezza di esso vetro, non avrebbe più forza bastevole a dipingere nel nostr'occhio l'immagine dell'oggetto. Quindi per fare cannocchiali di 10. o 20. piedi, io non vedo che l'acqua che abbia trasparenza bastevole per lasciare il passaggio alla luce, senza che venga interamente spenta in così grande grossezza: dun-

que

que servendoci dell' acqua per riempiere l' intervallo fra l' obbiettivo, e l' oculare, noi diminuiremo in parte l' effetto della differente rifrangibilità (1), perchè quella dell' acqua s' accosta più a quella del vestro, che non quella dell' aria; e se col caricare l' acqua de' differenti sali comunicar si potesse alla medesima un grado di potenza refringente eguale a quello del vetro, non è da dubitare che con tal mezzo correggerebbesi anche più l' effetto della diversa rifrangibilità de' raggi. Tratterebbesi dunque di adoperare un liquor trasparente, il quale avesse presso a poco la stessa potenza rifrangibile che ha il ve-

(1) Il Sig. de la Lande, uno de' nostri più bravi Astronomi, dopo d' aver letto quest' articolo, ha voluto comunicarmi alcune riflessioni, che mi parvero giustissime, e delle quali io ho approfittato. Solo io non sono del suo sentimento riguardo a' cannocchiali riempiti d' acqua; egli crede, *che diminuirebbesi pochissimo la differente rifrangibilità, perchè l' acqua disperde i raggi colorati in maniera diversa dal vetro, e perchè vi avrebbero de' colori provenienti dall' acqua, ed altri dal vetro.* Ma servendoci del vetro men denso, ed accrescendo coi sali la densità dell' acqua, ci accosteremmo assaissimo alla loro potenza rifrattiva.

vetro; imperciocchè allora i due vetri con codeſto liquore frammezzo correggeranno in parte l'effetto della differente rifrangibilità de' raggi nella maniera ſteſſa ch' eſſa viene corretta nel piccolo cannocchiale maſſiccio, di cui ho parlato or ora.

Secondo le ſperienze del Sig. Bouguer una linea di groſſezza nel vetro diſtrugge $\frac{2}{7}$ della luce, la di cui diminuzione per conſeguente ſarebbeſi nella ſeguente proporzione.

Groſſezza 1, 2, 3, 4, 5, 6 linee.

Dimin. $\frac{2}{7}$, $\frac{10}{49}$, $\frac{50}{343}$, $\frac{250}{2401}$, $\frac{1250}{15807}$, $\frac{6250}{117649}$.

di maniera che nella ſomma di queſti ſei termini troverebbeſi che la luce, la quale paſſa attraverſo a ſei linee di vetro, avrebbe di già perduto $\frac{102024}{117649}$, cioè $\frac{10}{11}$ circa della ſua quantità. Ma biſogna conſiderare, che il Sig. Bouguer s'è valſo di vetri ben poco traſparenti, poichè egli ha veduto che una linea di groſſezza in queſti vetri diſtruggeva $\frac{2}{7}$ di luce. Per mezzo delle ſperienze da me fatte ſulle diverſe ſpecie di vetro bianco m'è ſembrato che la luce diminuiſſe aſſai meno: ecco queſte ſperienze che ſono molto facili a farſi, e ognuno è in iſtato di ripeterle.

In una camera oſcura, i di cui muri erano anneriti, della quale mi ſerviva per fare delle ſperienze di Ottica, ho fatto accendere

re

re una candela di cera d'un quinto di libbra: la camera era assai vasta, e non illuminata da altra luce, dalla candela infuori. Incominciai a cercare a qual distanza io potessi leggere al lume di quella candela un carattere stampato, come quello della gazzetta d'Olanda, ed ho trovato che leggeva assai facilmente questo carattere a 24. piedi, e 4. pollici di distanza dalla candela. Collocato indi avanti alla candela alla distanza di due pollici un pezzo di vetro tratto da un cristallo di Saint-Gobin, ridotto alla grossezza d'una linea, ritrovai che leggeva ancora con eguale facilità alla distanza di 22. piedi, e 9. pollici, e sostituendo al cristallo d'una linea di grossezza un altro pezzo della stessa sorte della grossezza di 2 linee, ho letto con eguale facilità alla distanza di 21. piedi dalla candela. Due di questi stessi cristalli di 2. linee di grossezza uniti l'un contro l'altro, e posti avanti alla candela diminuironmi la luce, a segno che non potei leggere colla stessa facilità, se non a 17. piedi e mezzo di distanza dalla candela. E finalmente con tre cristalli, ciascuno di 2. linee di grossezza, non ho letto che alla distanza di 15. piedi. Ora la luce della candela, diminuendosi in proporzione che s'accresce il quadrato della distanza, la sua diminuzione, se non vi fossero stati tramezzo i cristalli, sarebbe stata nella progressione seguente.

— 2 — 2—2— 2—2

$24\frac{1}{3}$ $22\frac{3}{4}$ 21 $17\frac{1}{2}$ 15., oppure

592 $\frac{1}{9}$ 517 $\frac{9}{16}$ 441 306 $\frac{1}{4}$ 225

Dunque le perdite della luce per l'interponimento de'criſtalli ſono nella progreſſione ſeguente, 84 $\frac{79}{144}$, 151, 285 $\frac{7}{9}$ 367 $\frac{1}{4}$.

Donde conchiuder deveſi che una linea di groſſezza in queſto vetro, non diminuiſce la luce più che di $\frac{84}{592}$ o circa $\frac{1}{7}$; che due linee di groſſezza la diminuiſcono di $\frac{151}{592}$, e quaſi $\frac{1}{4}$, e tre criſtalli di due linee di $\frac{367}{592}$, cioè meno di $\frac{2}{3}$.

Siccome un tal riſultato è differentiſſimo da quello del Sig. Bouguer, ed io non aveva alcun rifleſſo a dubitare della verità delle ſue ſperienze, ho ripetute le mie valendomi di vetro comune di cui ne ſcelſi alcuni pezzi di groſſezza eguale, ciaſcuno di $\frac{3}{4}$ di linea. Dopo d'aver letto medeſimamente alla diſtanza di 24. piedi, e 4. pollici della candela, l'interponimento d'uno di queſti pezzi di vetro mi fece ravvicinare fino a 21 piedi e mezzo; con due pezzi interpoſti, ed applicati l'uno ſopra l'altro, io non pote-

teva più leggere che a 18. piedi e un quarto, e con tre pezzi alla distanza di 16. piedi; lo che, come ognun vede, avvicinasi allo stabilimento del Sig. Bouguer; perciocchè, la perdita della luce nell' attraversar il vetro di $\frac{3}{4}$ di linea, essendo in questo caso di $592\frac{1}{4} - 462\frac{1}{4} = 130$, il risultato $\frac{130}{592\frac{1}{4}}$ o $\frac{65}{296}$ non s'allontana molto da $\frac{3}{14}$, al quale devonsi ridurre li $\frac{2}{7}$ dati dal Sig. Bouguer per una linea di grossezza; perciocchè i miei vetri non ne avevano che $\frac{3}{4}$ di linea, e $3 : 14 :: 65 : 303\frac{1}{3}$, termine che non differisce molto da 296.

Ma con vetro comunemente chiamato *vetro di Boemia*, per mezzo delle stesse sperienze, ritrovai che la luce attraversando una grossezza d' una linea non perdeva che un ottavo, e diminuiva nella progressione seguente.

Grossezza	1,	2,	3,	4,	5,	6, ...	n.
Diminuz.	$\frac{1}{8}$	$\frac{7}{64}$	$\frac{49}{512}$	$\frac{343}{4096}$	$\frac{2401}{32768}$	$\frac{16807}{262164}$	
	—0—	1—	2—	3—	4—	5	n—1

oppure $\frac{7}{8.^{1}}$ $\frac{7}{8.^{2}}$ $\frac{7}{8.^{3}}$ $\frac{7}{8.^{4}}$ $\frac{7}{8.^{5}}$ $\frac{7}{8.^{6}}$ $\frac{7}{8.^{n}}$

Tren-

Prendendo la somma di questi termini, noi avremo il totale della diminuzione della luce attraversante una grossezza di vetro d'un dato numero di linee: per esempio la somma de' primi sei termini è $\frac{144495}{262164}$. Dunque la luce coll'attraversare un vetro di Boemia della grossezza di sei linee non diminuisce che un poco più della metà, e questa disperderebbesi anche meno, se invece di tre pezzi di due linee applicati l'un sopra l'altro non avesse ad attraversarne che due di sei linee di grossezza.

Col vetro ch'io ho fatto fondere in massa grossa, ho veduto che la luce non perdeva più attraversando 4. pollici e mezzo di grossezza di questo vetro, che non attraversando un cristallo di Saint-Gobin della grossezza di due linee e mezzo; mi par dunque che potrebbesi quindi conchiudere che la trasparenza di esso vetro, essendo a quella del cristallo come quattro pollici e mezzo sono a due linee e mezzo, o come 54. a due e mezzo, cioè più di ventuna volta più grande, potrebbonsene fare buonissimi piccoli cannocchiali massicci di 5. o 6. pollici di lunghezza.

Ma per cannocchiali lunghi, non si può adoperar che dell'acqua, e v'è da temere che anche con questo mezzo non venga a togliersi un tal inconveniente; imperciocchè qual opacità risulterà da questa quantità di li-

liquore ch' io suppongo riempiere l' intervallo fra i due vetri? Quanto più lunghi saranno i cannocchiali, tanto più perderassi di luce; cosicchè al primo colpo d' occhio comprendesi che non si può far uso di questo mezzo, massime per li cannocchiali un poco lunghi, perciocchè secondo quello che il Sig. Bouguer, nel suo Saggio d' Ottica, dice sulla gradazione della luce, 9. piedi, e 7. pollici d' acqua di mare, fanno diminuire la luce nel rapporto di 14. a 5, o ciò che torna quasi il medesimo, supponiamo che dieci piedi d' altezza d' acqua diminuiscano la luce nel rapporto di 3. a 1; allora venti piedi d' altezza d' acqua la diminuiranno nel rapporto di 9. a 1; trenta piedi la diminuiranno in quello di 27. a 1, ec. Comprendesi dunque che non potressimo valerci di siffatti cannocchiali pieni d' acqua, se non che per osservare il Sole, e che gli altri astri non avrebbero abbastanza di luce per poterli distinguere a traverso un' altezza di 20. a 30. piedi di liquore intermedio.

Tuttavia se si consideri che anche non dando più che un pollice o un pollice e mezzo d' apertura ad un obbiettivo di 30. piedi, ciò non ostante chiaramente coi cannocchiali ordinarj di tal lunghezza distinguonsi assai chiaramente i pianeti, dobbiam pensare che dando un maggior diametro all' obbiettivo, aumenterebbesi la quantità di luce nel-

nella ragione del quadrato di questo diametro, e per conseguente, se un pollice d'apertura basta per veder distintamente un astro in un cannocchiale ordinario, 3. pollici d'apertura, cioè 21. linee circa di diametro basteranno per vederlo egualmente bene a traverso d'un'altezza di dieci piedi d'acqua; e che con un vetro di 3. pollici di diametro esso vedrebbesi egualmente a traverso d'un'altezza di 20. piedi d'acqua, che con un vetro di 27, o 5. pollici e mezzo di diametro vedrebbesi a traverso d'una altezza di 30. piedi, e non richiederebbesi che un vetro di 9. pollici di diametro per un cannocchiale riempito di 40. piedi d'acqua, ed un vetro di 27. pollici per un cannocchiale di 60. piedi.

Sembra dunque che potrebbesi non senza speranza di riuscire, far costruire su codesti principj un cannocchiale, perchè aumentando il diametro dell'obbiettivo racquistasi in parte la luce che si perde pel difetto di trasparenza nel liquore.

Non devesi temere che gli obbiettivi per grandi ch'essi sieno, formino una parte troppo grande della sfera, sulla quale saranno lavorati, e che per questa ragione i raggi della luce non possano esattamente radunarsi; imperciocchè supponendo anche questi obbiettivi sette o otto volte più grandi di quello ch'io gli ho stabiliti, non formeranno tut-

tuttavia a un dipresso una parte della loro sfera grande per modo, che non radunino con esattezza i raggi.

Ma quello che mi par fuor di dubbio si è, che un cannocchiale costruito in questa maniera sarebbe utilissimo per osservare il Sole; postochè, supponendolo anche lungo cento piedi, la luce di quell'astro, dopo avere attraversata codesta grossezza d'acqua, sarebbe ancora troppo forte, ed osserverebbesi con comodo, e facilità la superficie dell'astro, senza che fosse necessario servirsi di vetri affumicati, o riceverne su d'un cartone l'immagine, il qual vantaggio non si ritrae da verun'altra specie di cannocchiali.

Solamente sarebbevi qualche piccola differenza nella costruzione di questo cannocchial solare, qualor si volesse ch'esso ci presentasse l'intera faccia del Sole, poichè supponendolo lungo cento piedi, il vetro oculare in questo caso dovrà avere almeno dieci pollici di diametro, a motivo che il Sole, occupando più d'un mezzo grado celeste, l'immagine formata dall'obbiettivo nel suo foco a 100. piedi, avrà almeno questa lunghezza di dieci pollici, e per riunirla tutta intera richiederassi un'oculare di questa larghezza, al quale non darebbonsi che venti pollici di foco, per renderlo forte quant'è possibile. Sarebbe altresì necessario che l'obbiettivo non meno che l'oculare avesse dieci

ci pollici di diametro, affinchè l'immagine dell'astro, e l'immagine dell'apertura del cannocchiale avessero egual grandezza nel foco.

Quand'anche questo cannocchiale da me proposto non servisse che ad osservare esattamente il Sole, codesto sarebbe già molto; per esempio sarebbe assai interessante il poter riconoscere se in quell'astro sianvi parti più o meno luminose dell'altre, e s'esso abbia sulla sua superficie dell'ineguaglianze, e di quale specie esse siano, se le macchie galleggino sulla sua superficie (1), o se tutte

(1) Il Sig. de la Lande ha fatto a questo proposito la seguente riflessione. „ Egli è „ costante, dic'egli, che nel Sole non vi „ sono che delle macchie, le quali can„ gian bensì di forma, e scompajono in„ teramente, ma non mutano luogo se „ non per la rotazione del Sole; e la „ sua superficie è unitissima, ed omoge„ nea ". Quel dotto Astronomo poteva ancora aggiungere che solo per mezzo di queste macchie sempre supposte fisse si è determinato il tempo della rivoluzione del Sole sopra il suo asse; ma questo punto d'Astronomia fisica non mi pare ancora assolutamente dimostrato, perciocchè queste macchie, le quali cangian figura, potrebbero ben qualche volta cangiare anche di sito.

te siano alla medesima costantemente aderenti, ec. La vivacità della sua luce non ci permette di osservarlo a occhio nudo, e la differente rifrangibilità de' suoi raggi ne rende confusa l'immagine qualor ricevasi su d'un cartone al foco d'un obbiettivo, e perciò la superficie del Sole ci è meno conosciuta di quella degli altri pianeti. Questa differente rifrangibilità di raggi non sarebbe pressochè interamente corretta in questo lungo cannocchiale riempito d'acqua; ma se un tal liquore potesse coll'aggiunta de' sali essere reso denso quanto il vetro, allora sarebbe lo stesso come se fossevi un sol vetro da traversare, e parmi che sarebbevi maggior avvantaggio a servirsi di questi cannocchiali pieni d'acqua, che non de' cannocchiali ordinarj con vetri affumicati.

Che che ne sia, egli è certo che per osservare il Sole richiedesi un cannocchiale molto diverso da quelli, di cui ci serviamo per gli altri astri, ed è ancora certissimo che ciascun pianeta esige un cannocchiale particolare, e proporzionato all'intensità, cioè alla quantità reale di luce che lo illumina. Sarebbe dunque necessario in tutt'i cannocchiali l'obbiettivo tanto grande, e l'oculare tanto forte quant'è possibile, e nel tempo stesso dovrebbesi regolare la distanza del foco coll'intensità della luce di ciascun pianeta. Per esempio Venere e Saturno sono due pianeti, la luce de' quali è molto differente; ed al-

allorchè osservansi collo stesso cannocchiale, accrescesi egualmente l'angolo sotto il quale vedonsi, ed allora la luce totale del pianeta par che si estenda su tutta la superficie, tanto più, quanto si ringrandisce, e quindi a misura che si ingrandisce la sua immagine rendesi oscura, quasi nella proporzione del quadrato del suo diametro; dunque Saturno non può essere osservato con un cannocchiale così forte come Venere, senza essere oscurato. E se l'intensità della luce di questa ci permette di ringrandirla cento o duecento volte prima di farsi oscura, l'altro non soggiacerà forse alla metà, o al terzo d'un tale aumento, senza oscurarsi del tutto. Trattasi dunque di fare un cannocchiale per ciascun pianeta proporzionato all' intensità di luce di ciascuno, e per farlo con maggior vantaggio parmi che altro impiegare non debbasi che un obbiettivo tanto più grande, ed un fuoco tanto meno lungo, quanto minor luce ha il pianeta. Perchè mai fino al dì d'oggi non si sono fatti obbiettivi del diametro di due e tre piedi? L'aberrazione de' raggi cagionata dalla sfericità de' vetri n'è il solo motivo, poichè essa produce una confusione, la quale è come il quadrato del diametro dell' apertura (1), e per questa ragione i vetri sferici, i quali con una piccola aper-

(1) Smith's Optick *Boock*. 2. *cap. VII. art.* 346.

apertura sono buonissimi, non sono più buoni a niente se questa accrescesi, perchè allora v'è maggior luce, ma meno distinzione, e purezza. Con tutto ciò i vetri sferici larghi sono buonissimi per fare cannocchiali da notte, e gl'Inglesi che hanno costruito cannocchiali di questa specie se ne servono assai utilmente per vedere in molta lontananza i vascelli nelle notti oscure. Presentemente però, posto che sappiamo in gran parte correggere gli effetti della differente rifrangibilità dei raggi, sarebbe a mio parere necessario il determinarsi a fare vetri ellittici, o iperbolici, i quali non produrrebbero l'aberrazione cagionata dalla sfericità, e per conseguenza potrebbero essere tre o quattro volte più larghi che i vetri sferici. Questo è il solo mezzo d'accrescere a' nostri occhj la quantità della luce che i pianeti ci tramandano, perciocchè non possiamo far cadere sui medesimi una luce aggiunta, come facciamo cogli oggetti che noi osserviamo col microscopio; almeno però è necessario l'usare col maggior avvantaggio possibile quella quantità di luce dalla quale essi sono illuminati, ricevendola su d'una superficie grande più che si può. Questo cannocchiale iperbolico, il quale sarebbe composto d'un solo gran vetro obbiettivo, e d'un oculare proporzionato, esigerebbe una materia della maggior trasparenza. Con questo mezzo noi uniremmo tutt'i possibili vantaggi, cioè quelli de'

cannocchiali acromatici a quelli de' cannocchiali ellittici, o iperbolici, e metterebbesi a profitto tutta la quantità di luce che ciascun pianeta riflette ai nostri occhj. Io posso ingannarmi, ma quanto propongo mi sembra fondato quanto basta per raccomandarne l'esecuzione alle persone zelanti del progresso delle Scienze.

Mentre io m'abbandonava a questa specie di sogni, ch'io pubblico appunto per la speranza che ho che un giorno si realizzino, ho pensato allo specchio del porto d'Alessandria, di cui alcuni Autori antichi hanno parlato, e per mezzo del quale vedevansi in grandissima distanza i vascelli in alto mare. Il passo più positivo ch'm'è caduto sotto gli occhj è quello che ora riferisco: *Alexandria . . . . in Pharo vero erat speculum e ferro* Sinico, *per quod a longe videbantur naves Græcorum advenientes; sed paulo postquam Islamismus invaluit, scilicet tempore califatus VValid-fil, Abdi-l-melec, Christiani fraude adhibita illud deleverunt*. Abu-l-feda, &c. Descriptio Ægypti.

Io pensai 1. che questo specchio con cui vedevansi da lontano giungere i vascelli non fosse impossibile; 2. che anche senza specchio, o cannocchiale, con certe disposizioni potrebbesi ottenere il medesimo effetto, e scorgere dal porto i vascelli forse tanto lontano, quanto il permette la curvatura della Terra. Abbiam detto che le persone di buo-

buona vista scorgono gli oggetti illuminati dal Sole tre mille quattrocento volte più del loro diametro, ed abbiamo nel tempo stesso osservato che la luce intermedia tanto pregiudicava a quella degli oggetti lontani, che distinguevasi di notte un oggetto luminoso a distanza dieci, venti, e forse cento volte maggiore, che non si vedrebbe di giorno. Sappiamo inoltre che dal fondo d' un pozzo profondissimo noi veggiamo di pieno giorno (1) le stelle; perchè dunque non vedrannosi egualmente i vascelli rischiarati dai raggi del Sole, con mettersi in fondo ad una lunga galleria molto oscura, e situata al lido del mare in maniera che non riceva la luce che quella del mare lontano, e de' vascelli che potessero ivi trovarsi: questa galleria riguardo al vedere i vascelli sarà il medesimo effetto, che il pozzo verticale fa per la vista delle stelle, e ciò tanto mi par semplice, che resto attonito come nessuno v'abbia finora pensato. Parmi che scegliendo per far l' osservazione le ore del giorno, nelle quali il Sole fosse al didietro della galleria, cioè il tempo,

(1) Aristotile, per quel ch' io credo, è il primo che abbia parlato di questa osservazione, ed io ne ho citato il passo all' articolo *del senso della vista*, *tomo IV. di questa Storia Naturale*.

po, in cui i vascelli fossero ben' illuminati, questi dal fondo di questa galleria oscura vedrebbonsi almeno dieci volte meglio che non veggonsi in piena luce. Ora, siccome abbiam detto, distinguesi facilmente un uomo, o un cavallo alla distanza d'una lega, purchè siano illuminati dai raggi del Sole; e togliendo la luce intermedia che ci circonda, ed offusca i nostri occhj, noi li vedressimo almeno dieci volte più lungi, cioè a dieci leghe; dunque i vascelli, che sono molto più grossi vedrebbonsi tanto da lungi, quanto la curvatura della Terra fosse per permetterlo (1), senz'altro stromento, fuorchè i nostri occhj.

Ma uno specchio concavo d'un diametro molto grande, e d'un foco qualunque, collo-

(1) L'incurvatura della terra per un grado o 25. leghe di 2283. tese, è di 2988. piedi; essa cresce come il quadrato delle distanze, quindi per 5. leghe è venticinque volte, cioè 120. piedi circa, minore. Un vascello che abbia più di 120. piedi d'alberatura, ancorchè sia al livello del mare, può vedersi da lungi cinque leghe; ma sollevandosi 120. piedi al di sopra del livello del mare, vedrebbesi da cinque leghe il corpo intero del vascello fino alla linea dell'acqua, ed innalzandosi ancora più, potrebbesi oltre dieci leghe distinguere l'alto degli alberi.

locato al fondo d'un lungo tubo annerito, farebbero di giorno quasi lo stesso effetto, che i grandi obbiettivi del diametro istesso, e del fuoco stesso farebbero di notte; e probabilmente uno di questi specchj concavi d' acciajo levigato (*e ferro sinico*) era quello che era stato messo al porto d' Alessandria (1), affine di vedere da lungi i vascelli Greci. Del resto, se un tale specchio d' acciajo, o di ferro levigato realmente esistette, come ogni apparenza sembra indicare, non può niegarsi agli Antichi la gloria del primo ritrovamento de' telescopj, poichè questo specchio di metallo levigato non poteva aver effetto, se non in quanto la luce riflessa dalla sua superficie veniva raccolta da un altro specchio concavo collocato al suo foco, ed appunto in ciò consiste l' essenza del telescopio, e la facilità della sua costruzione. Ciò non pertanto non si toglie alla gloria del gran Newton, che fu il primo che facesse rivivere tale ritrovato caduto in perfetta dimenticanza: sembra altresì che le sue belle scoperte sulla differente rifran-

(1) Da tempo immemorabile i Chinesi, e massime i Giapponesi fanno lavorare, e levigare l'acciajo in grande ed in piccolo volume, ed è perciò ch' io pensai doversi interpretare l' *e ferro sinico* per acciajo levigato.

frangibilità de' raggi della luce il conducessero a quella del telescopio. Imperciocchè, essendo i raggi della luce di sua natura differentemente rifrangibili, potevasi credere con fondamento che non vi fosse alcun mezzo di correggere quell' effetto: o se pure egli ha scorti questi mezzi, essi gli parvero tanto difficili, che stimò meglio rivolgersi ad altro spediente, e produrre per mezzo della riflessione de' raggi i grandi effetti che non poteva ottenere dalla rifrazione de' medesimi. Ha fatto quindi costruire il suo telescopio, il di cui effetto è veramente superiore a quello de' cannocchiali ordinarj; ma i cannocchiali acromatici inventati a' nostri giorni sono tanto superiori al telescopio, quant' esso lo è ai cannocchiali ordinarj. Il miglior telescopio è sempre fosco in paragone del cannocchiale acromatico, e questa oscurità de' telescopj non deriva soltanto dal difetto di levigatezza, o dal color del metallo degli specchj, ma dalla natura stessa della luce, i di cui raggi variamente rifrangibili, sono eziandio, quantunque in gradi meno ineguali, diversamente riflessibili. Per perfezionare dunque quant' è possibile i telescopj, altro non rimane che procurarci il mezzo di compensare questa differente riflessibilità, come s' è ritrovato quello di rimediare alla diversa rifrangibilità.

Dopo tutto ciò che s' è detto fin qui, io credo che si comprenderà potersi fare un buo-

buonissimo cannocchiale di giorno, senza ricorrere a' vetri, o agli specchj, e semplicemente col sopprimere per mezzo d' un tubo di 150, o 200 piedi di lunghezza, la luce circondante, e col mettersi in un luogo oscuro, in cui vada a terminare una delle estremità di questo tubo; ed in tal modo, l'effetto di questo cannocchiale così semplice, ed agevole ad eseguirsi, riuscirà tanto maggiore, quanto più viva sarà la luce del giorno. Io sono persuaso che noi vedremmo distintamente i vascelli, e gli alberi sull' alto delle montagne alla distanza di quindici, e forse venti leghe. La sola differenza che passa tra codesto lungo tubo, e la galleria oscura da me proposta, si è che il *campo*, cioè lo spazio visibile sarà molto più piccolo, e precisamente in ragione del quadrato dell' apertura del tubo a quella della galleria.



ARTICOLO TERZO.

Ritrovamento d' altri specchj per ardere a minori distanze.

I.

Specchj d' un solo pezzo a foco mobile.

HO osservato che il vetro è dotato d' elasticità, e ch' esso può piegarsi fino a un certo segno. E siccome per incendiare a distanze poco grandi, non è necessaria che una leggiera concavità, e qualunque incurvatura regolare può quasi egualmente convenire, ho pensato di prendere de' cristalli di specchio ordinario, d' un piede e mezzo, di due, e di tre piedi di diametro, e farli ritondare, e sostenere su d' un cerchio di ferro bene eguale, e ben tornito, dopo aver fatto nel centro del cristallo un pertugio del diametro di due o tre linee a fine di farvi passar dentro una vite (1), le cui spire sono finissime, e che entra in un piccolo cavo posto dall' altra parte del cristallo. Stringendo questa vite, ho resi concavi i cristalli di tre piedi quanto bastava per ardere dalli 30 piedi fino ai 50, ed i cristalli di 18 pollici in-

(1) Vegganfi le *tavole V. e VI.*

incendiarono alla distanza di 25 piedi: ma avendo ripetuto parecchie volte queste sperienze, si ruppero i cristalli di tre piedi, e di due, e non ne rimase che uno di 18 pollici, che conservai per modello di questo specchio (1).

Il pertugio che v'è nel mezzo de' cristalli è quello che fa ch' essi rompansi con tanta facilità, laddove se non vi fosse interruzione del continuo, e se si potessero egualmente premere in tutta la loro superficie, si renderebbero molto più concavi, senza spezzarsi. Codesto mi ha condotto ad immaginare di farli incurvare per mezzo del peso stesso dell' atmosfera; al quale fine altro non richiedesi se non di collocare un cristallo circolare su d'una specie di tamburro di ferro, o di rame, ed al medesimo aggiungere una tromba per attrarre l' aria; col qual mez-

(1) Questi cristalli di 3. piedi hanno attaccato fuoco a delle materie leggiere fino alla distanza di 50 piedi, ed allora essi non avevano piegato che una linea, e $\frac{5}{8}$ per ardere a 40 piedi bisognerebbe farli piegare 2. linee; per ardere a 30. piedi 2. linee, e $\frac{3}{4}$, e per aver voluto farli abbruciare a 20. piedi essi si sono infranti.

mezzo noi sapremo rendere più o meno concavo il cristallo, e per conseguente atto ad incendiare a distanze più o meno grandi.

Un altro mezzo sarebbe quello di levare la stagnatura dal centro del cristallo in larghezza di 9 o 10 linee, ridurre con un lisciatojo questa parte di centro in porzione di sfera d'un pollice di foco come un vetro convesso, e mettere nel tamburro un piccolo stoppino inzolfato; ed allora, presentando esso specchio al Sole, i raggi tramandati a traverso di quella parte del centro del cristallo, e riuniti al foco d'un pollice, accenderanno lo stopino inzolfato, il quale nell' ardere assorbirà dell'aria, e per conseguente il peso dell'atmosfera farà piegare più o meno il cristallo, in proporzione del maggior o minor tempo che lo stoppino inzolfato impiegherà nell'abbruciare. Questo specchio sarebbe assai singolare, perchè al solo aspetto del Sole diventerebbe concavo da se, senza che vi fosse bisogno di mettervi mano; ma siccome non sarebbe poi facile il servirsene, perciò io non l'ho fatto eseguire, essendo per tutt'i riguardi preferibile la seconda maniera.

Questi specchj d'un pezzo solo a foco mobile, possono servire a misurare più esattamente che con qualunque altro mezzo, la differenza degli effetti del calore del Sole ricevuto in fochi più o meno grandi. Noi abbiamo veduto che i fochi grandi fanno sem-

pre

pre proporzionatamente maggior effetto che i piccoli, quantunque e negli uni, e negli altri eguale sia l'intensità di calore; ed avrebbesi sempre un'eguale quantità di luce, o di calore, ma in ispazj successivamente più piccoli, coll' impicciolire successivamente i fochi; e per mezzo di questa costante quantità potrebbesi coll'esperienza determinare il *minimum* dello spazio del foco, cioè l'estensione necessaria per trarre il massimo effetto dalla stessa quantità di luce, e ciò condurrebbeci nel tempo stesso ad un calcolo più preciso del disperdimento del calore nelle differenti sostanze sotto il medesimo volume, o in un'eguale estensione.

Prescindendo da un tal uso m'è sembrato chè gli specchj d'un sol pezzo a foco mobile fossero più singolari che utili: quello che agisce da se, e s'incurva all'aspetto del Sole è assai ingegnosamente concepito per meritare d'essere collocato in un gabinetto di Fisica.

I I.

Specchj d'un sol pezzo per ardere vivissimamente a mediocri, ed a piccole distanze.

Ho cercato i mezzi di rendere concavi regolarmente de' grandi cristalli, e dopo d'avere fatto costruire senza riuscita due di-

versi fornelli, son giunto a farne un terzo (1), col quale incurvai assai regolarmente de' cristalli circolari di tre, quattro, e quattro piedi e mezzo di diametro, ed anche due di 56 pollici, ma per quanta cautela siasi avuta nel lasciar raffreddare lentamente, e nel maneggiare dolcemente grandi cristalli del diametro di 56, e 54 pollici, essi si sono rotti nel porli sulle moli sferiche che aveva fatto costruire per dar loro la forma regolare, e la necessaria levigatezza; lo stesso è accaduto di tre altri cristalli di 48, e 50. pollici di diametro, ed io non ne ho conservato che uno di 46, e due di 37 pollici. Quei che sono pratici dell' Arti non si faranno meraviglia di ciò, perchè sanno che i grandi pezzi di vetro richiedono cautele infinite, perchè non iscrepolino nel cavarli dalla fornace, ove lascìansi ricuocere, e raffreddare; sanno che quanto più essi sono sottili, tanto più facilmente si fendono, non solo pel primo colpo dell' aria, ma ancora per le ulteriori impressioni della medesima. Ho veduto parecchj de' miei cristalli curvi fendersi di per se in capo a tre, quattro, e cinque mesi, quantunque avessero resistito alle prime impressioni dell' aria, e fossero stati collocati sopra modelli di gesso ben riseccato, sui quali la superficie concava de' cri-

(1) Vegganfi le *tavole I. II. e III.*

criſtalli appoggiavaſi da per tutto equabilmente; ma quello che me ne fece andar a male un gran numero, ſi fu il lavoro che richiedeſi per dar loro una forma regolare. Queſti criſtalli ch' io ho comperati belli e levigati alla fabbrica del borgo Sant' Antonio, quantunque ſcelti fra i più groſſi, non avevano più che cinque linee di groſſezza: incurvandoli il fuoco faceva perdere la lor levigatezza. D' altronde la groſſezza loro non era ben eguale dappertutto; e tuttavia all'oggetto propoſtomi era neceſſario di rendere perfettamente concentriche le due ſuperficie, concava, e conveſſa, e per conſeguenza di lavorarle con liſciatoj conveſſi in modelli concavi, e con liſciatoj concavi ſopra modelli conveſſi. Di ventiquattro criſtalli che io aveva incurvati, e de' quali ne avea conſegnato quindici al ſu Sig. Paſſemant, per farli lavorare da' ſuoi operaj, non ne ho conſervati che tre, e tutti gli altri, i più piccoli de' quali erano del diametro di tre piedi, ſi ruppero parte prima d' eſſere lavorati, e parte dopo. Codeſti tre criſtalli ch' io ho conſervati, uno del diametro di 46, e due di 37 pollici, erano giudizioſamente lavorati, ed avevano le ſuperficie eſattamente concentriche, e per conſeguenza groſſezza eguale; quindi non ſi trattava che di ſtagnarli nella loro ſuperficie conveſſa, ed a queſto fine feci parecchie prove, ed un numero aſſai grande d' eſperienze, le quali non ebbero riuſci-

ta. Il Sig. de Bernieres molto più abile di me nell'arte dello stagnare, si prestò al mio bisogno, e di fatti mi rimandò stagnati due de' miei cristalli. Ebbi l'onore di presentare al Re il più grande di essi, cioè quelli di 46 pollici, e di sperimentare in presenza di Sua Maestà la forza di questo specchio ustorio che fonde agevolmente tutt'i metalli; e dopo fu depositato nel castello della Muette, in un gabinetto che trovasi sotto la direzione del Padre Noël; esso è certamente il più efficace specchio ustorio che siavi in Europa (1). Ho depositato al Giardino del Re nel Gabinetto di Storia Naturale il cristallo di 37 pollici di diametro, il di cui foco è molto più corto che quello del cristallo di 46; ma non ho avuto tempo di sperimentare la forza di questo secondo specchio, ch' io credo parimenti ottimo. Impiegai qualche tempo al castello della Muette in fare alcune sperienze sulla luce della Luna ricevuta dallo specchio di 46 pollici, e riflessa su d' un buonissimo termometro, e credei a prima vista di scorgervi qualche movimento; ma un

(1) M'è stato detto, che la stagnatura di questo specchio, ch'è stata fatta già da più di vent'anni, erasi guastata; bisognerebbe consegnarlo di nuovo nelle mani del Sig. de Bernieres, il quale solo ha il segreto d'una tale stagnatura.

un tal effetto non fu durevole, ed io non ebbi più occasione di ripetere l'esperienza. Io non so eziandio se con riunire i fochi di molti specchj, e farli cadere unitamente su d'un termometro ghiacciato, ed annerito, otterrebbesi un grado di calore sensibile; perciocchè può essere che la Luna ci tramandi del freddo anzichè del caldo, come spiegheremo altrove. Del resto questi specchj sono superiori a tutti gli specchj di riflessione finora conosciuti: servono essi tanto a vedere in grande i piccoli quadri, ed a rilevarne tutte le bellezze, e tutt'i difetti; e se se ne facessero stagnare de' simili nella loro parte concava, ciocchè più agevolmente farebbesi che non nella parte convessa, essi servirebbero per vedere i soffitti, e le altre pitture, le quali per essere troppo grandi, e troppo perpendicolari alla testa, non possono esser guardate comodamente.

Codesti specchj hanno però comune cogli altri di questo genere l'inconveniente di ardere in alto, e questo fa che non si possa lavorare di seguito al loro foco, e che diventino pressochè inutili in tutte le sperienze che esigono una lunga azione nel foco, e nelle operazioni successive. Contuttociò ricevendo da principio i raggi del Sole su d'uno specchio piano di quattro piedi e mezzo d'altezza, e d'altrettanto di larghezza che li rifletta contro questi specchj concavi, essi sono efficaci quanto basta, perchè una

tal perdita, ch' è della metà del calore non gl' impedisca dall' ardere vivissimamente nel loro foco, il quale in questo caso trovasi in basso come quello degli specchj di rifrazione, e dietro al quale per conseguente puossi travagliare seguitamente, e con eguale facilità. Solo sarebbe necessario che il cristallo piano, e lo specchio concavo fossero tutti e due montati paralellamente su d' un medesimo appoggio, ove potessero egualmente ricevere tanto in senso orizzontale, quanto in verticale gli stessi movimenti di direzione, e d' inclinazione. L' effetto che lo specchio di 46 pollici di diametro produrrebbe in basso, non essendo più che la metà di quello, che il medesimo produrrebbe in alto, egli è lo stesso, come se la superficie di esso specchio fosse diminuita della metà, cioè come se invece di 46 pollici di diametro ne avesse poco più di 32; e codesta dimensione di 32 pollici di diametro per un foco di sei piedi, non lascia di produrre un calor più grande di quello delle lenti di Tschirnaüs, o del Sig. Segard, delle quali, come delle migliori che si conoscono, io mi sono altre volte servito.

Finalmente dal riunire codesti due specchj, nel loro centro comune si otterrebbe dai raggi del Sole un calore immenso, massime col riceverlo in alto, perchè non diminuirebbesi che della metà di quello, che diminuirebbesi ricevendolo in basso: e per conse-

seguenza un tal calore sarebbe molto maggiore di qualunque altro calore cognito, e potrebbe produrre effetti, de' quali noi non abbiamo alcuna idea.

III.

Lenti o Specchj coll' acqua.

Per mezzo di codesti cristalli incurvati, e lavorati regolarmente nella loro concavità, e sopra la loro parte convessa, si può fare uno specchio rifrangente, unendo per opposizione due di essi, ed empiendo d' acqua tutto lo spazio che occupano.

A questo fine feci incurvare due cristalli di 37 pollici di diametro, e ne feci limare 8 o 9 linee alle estremità, per ben unirli. Con un tal mezzo non si ha bisogno di saldatura per impedire che l' acqua sfugga.

Nel punto verticale dello specchio è necessario applicare una piccola canna (1), per mezzo della quale se ne riempia con un imbuto la capacità; e siccome i vapori dell' acqua scaldata dal Sole potrebbono far rompere i cristalli, tengasi aperta essa canna per lasciare il passaggio ai vapori. Perchè poi lo specchio sia sempre assolutamente pieno d' acqua, adatterassi alla canna una piccola

(1) Vedi la *tavola VII*.

cola bottiglia piena d'acqua, la quale anch' essa all'alto andrà a terminare in una piccola canna stretta, affinchè nelle differenti inclinazioni dello specchio, l'acqua in esso contenuta non possa spandersi in quantità troppo grande.

Questa lente composta di due cristalli di 37 pollici, ciascuno di due piedi e mezzo di foco, arderebbe a cinque piedi se fosse di vetro; ma avendo l'acqua minore rifrazione che il vetro, il foco sarà più lontano; tuttavía però non lascerà di ardere vivissimamente. Ho calcolato che questa lente coll'acqua, alla distanza di 5 piedi e mezzo, produrrebbe almeno due volte tanto calore quanto ne produce la lente del Palazzo Reale, la qual è di vetro solido, e il di cui foco è di dodici piedi.

Io aveva conservato ne' cristalli una sufficiente grossezza, acciocchè il peso dell'acqua ch'essi doveano racchiudere non potesse alterarne l'incurvatura: noi potremmo anche provarci di rendere l'acqua più rifrangente col farvi fondere de' sali; e siccome essa può successivamente sciogliere parecchj sali, e caricarsi di essi in maggior quantità che non caricherebbesi d'un solo sale, bisognerebbe sciogliérne di molte specie, e per tal mezzo la forza rifrangente dell'acqua, accosterebbesi di più a quella del vetro.

Quest'era il mio progetto; ma dopo d'avere lavorati, e adattati i cristalli di 37

pollici, quello ch' era situato inferiormente si ruppe nella prima sperienza, e non essendomene rimasto che un solo, feci con esso lo specchio concavo di 37 pollici, di cui ho parlato nell' articolo precedente.

Queste lenti composte di due cristalli sfericamente curvi, e riempiti d' acqua arderanno inferiormente, e produrranno effetti maggiori delle lenti di vetro massiccio, poichè l' acqua lascia il passaggio alla luce più facilmente che il più trasparente vetro; ma l' esecuzione n' è difficile, ed esige attenzioni infinite. L' esperienza m' ha fatto conoscere ch' erano necessarj cristalli grossi nove o almeno otto linee, cioè cristalli fatti espressamente, giacchè alle fabbriche non se ne fondono di questa grossezza, e tutti quelli che trovansi in commercio non sono grossi che la metà circa; bisogna inoltre incurvare codesti cristalli in un fornello eguale a quello di cui ho data la figura, *tav.* 1. *e seguenti;* ed aver riguardo di ben asciugare il fornello, di non sollecitare il fuoco, e d' impiegare almeno trent' ore in questa operazione. Il cristallo si ammollirà, e pel suo peso si piegherà senza squagliare, ed incurverassi sul modello concavo che gli darà la forma; lascerassi ricuocere, e raffreddare per gradi in codesto fornello, cui si avrà avvertenza di chiudere, tostochè scorgerassi egualmente ben abbassato dappertutto il cristallo. Due giorni dopo, quando il fornello avrà perduto

duto tutto il suo calore, leverassi fuori il cristallo, il quale non sarà più che leggermente appannato, e con un gran compasso curvo si esaminerà se la sua grossezza sia a un di presso eguale dappertutto, e quando ciò non fosse, ed in quella parte del cristallo apparisse ineguaglianza sensibile, s' incomincierà ad assottigliarlo con un lisciatojo di sfera eguale alla curvatura del cristallo, e si continuerà a lavorare nella stessa maniera le due superficie concava, e convessa, per renderle, com' è necessario, perfettamente concentriche, di maniera che il cristallo abbia esattamente in tutte le sue parti eguale grossezza. Per arrivare poi ad una tal precisione assolutamente necessaria, bisognerà far incurvare de' cristalli minori del diametro di due o tre piedi, avvertendo di fare questi modelli sopra un raggio quattro o cinque linee più lungo di quelli del foco del maggior cristallo, e con tal mezzo avrannosi de' cristalli curvi, i quali adoperati invece de' lisciatoj per levigare le due superficie concava e convessa, ne agevoleranno di molto il lavoro: imperciocchè que' piccoli cristalli soffregandosi contro il grande, lo consumeranno in tempo ch' essi consummerannosi egualmente; e siccome la loro incurvatura è maggiore di 4. linee, cioè della metà della grossezza del cristallo maggiore, il lavoro di codesti piccoli cristalli tanto al di dentro, quanto al di fuori, ne ren-

renderà le due superficie concentriche quanto più precisamente sarà possibile. Questo è il punto più difficile; ed io ho spesse volte veduto che per ottenerlo fu di mestieri consumare più d'una linea e mezzo del cristallo in ciascuna superficie, lo che la rendeva troppo sottile, e quindi inutile almeno al nostro oggetto. Ma il cristallo di 37. pollici che il peso dell'acqua ed il calor del Sole hanno infranto, aveva, anche dopo lavorato, più di tre linee e mezzo di grossezza, ed è perciò ch'io raccomando di tenerli ancora più grossi.

Ho osservato che questi cristalli curvi sono più fragili degli ordinarj. La seconda fusione o mezza-fusione che il vetro tollera per incurvarsi è forse la causa di quest'effetto, tanto più perchè a fargli acquistare la forma sferica, è necessario che inegualmente distendasi in ciascuna delle sue parti, e che la mutua aderenza di esse cangisi in proporzioni ineguali ed anche differenti relativamente a ciascun punto della curva, ed al piano orizzontale del cristallo, il quale abbassasi successivamente per ricevere l'incurvatura sferica.

Generalmente il vetro è dotato d'elasticità, e può senza rompersi piegare all'incirca d'un pollice per ogni piede, massime quand' è sottile, ed io sperimentai ciò anche in cristalli di due e tre linee di grossezza, e di cinque piedi d'altezza; i quali possonsi far pie-

ga-

gare più di quattro pollici senza romperli, principalmente non comprimendoli che per un verso: ma se s' incurvano in due direzioni in una sola volta, affine di produrre una superficie sferica, allora questa doppia curvatura li rompe, quand' anche sia meno d' un mezzo pollice per ciascun piede. Quindi il cristallo inferiore di queste lenti coll' acqua, nell' obbedire che fa alla pressione cagionata dal peso dell' acqua stessa, si romperà, od acquisterà una maggiore incurvatura a meno ch' esso non sia molto grosso, oppure difeso non trovisi da una croce di ferro, il che per altro appanna il foco, e rende disaggradevole la vista dello specchio. D' altronde il foco di queste lenti coll' acqua non è mai sicuro, nè ben terminato, nè ridotto alla sua minor estensione; poichè le differenti rifrazioni alle quali soggiace la luce nel passare dal vetro nell' acqua, e dall' acqua nel vetro cagionano un' aberrazione di raggi molto maggiore che non è la prodotta da una semplice rifrazione nelle lenti di vetro solido: tutti codesti inconvenienti mi hanno rivolto a pensare ai mezzi di perfezionare le lenti di vetro, e credo di aver finalmente trovato quanto può farsi di migliore in questo genere, come dimostrerò ne' seguenti paragrafi.

Prima di lasciare le lenti coll' acqua mi stimo in dovere ancora di proporre un nuovo modo di costruzione soggetto a minori

in-

inconvenienti, e d'assai facile esecuzione. In cambio d'incurvare, lavorare, e levigare cristalli grandi di quattro o cinque piedi di diametro, non abbisognerebbero che piccoli pezzi quadrati di due pollici, i quali costerebbero quasi niente, e dovrebbonsi collocare in un telajo di ferro attraversato da verghe sottili dello stesso metallo, ed incastrate come i vetri nel piombo; questo telajo, e queste verghe, alle quali darebbesi l'incurvatura sferica, e quattro piedi di diametro, ciascuno de' quali conterrebbe trecento quarantasei di questi piccoli pezzi di 2. pollici, e lasciandone quarantasei per l'equivalente dello spazio che occuperebbono le verghe di ferro, vi sarebbero sempre trecento dischi del Sole, i quali coinciderebbero nel medesimo foco ch'io suppongo di dieci piedi: ciascun pezzo lascerebbe passare un disco di 2. pollici di diametro, al quale aggiungendo la luce delle parti del quadrato circoscritto a questo circolo di 2. pollici di diametro, il foco a dieci piedi non avrebbe che 2. pollici e mezzo, o 2. pollici e tre quarti, quando l'assetto di questi piccoli cristalli fosse regolarmente eseguito. Ora diminuendo la perdita' che soffre la luce in passando a traverso l'acqua, e i doppj vetri che la contengono, la quale in questo caso sarebbe pressochè della metà, al foco di codesto specchio tutto composto di faccette piane avrebbesi ancora un calore cento cin-
quan-

quanta volte maggiore di quello del Sole. Una tal costruzione non sarebbe dispendiosa, ed io altro inconveniente non trovo in essa che lo sfuggimento dell'acqua, la quale potrebbe penetrare le commettiture delle verghe di ferro che sosterrebbero i piccoli trapezj di vetro; inconveniente, cui bisognerebbe prevenire, facendo in ciascuna parte di esse verghe delle piccole incurvature, ed intonacandole colla saldatura ordinaria dei vetrai, ch'è impenetrabile all'acqua.

I V.

Lenti di vetro solido.

Hò veduto due di queste lenti, quella del Palazzo Reale, quella del Sig. Segard, tutte e due tratte da una massa di vetro di Alemagna, il quale è molto più trasparente di quello de' nostri cristalli di specchj. Ma in Francia non v'ha chi sappia fondere il vetro in larghe e grosse masse, e la composizione d'un vetro trasparente come quello di Boemia non è conosciuta che da pochi anni.

Ricercai dunque tosto i mezzi di fondere il vetro in masse grosse, e nel tempo stesso feci diverse prove per ottenere una materia assai trasparente. Avendomi il Sig. de Romilly, che in tal tempo era uno de' Direttori della fabbrica di Saint-Gobin ajutato co'

suoi

suoi consigli, abbiamo fuso due masse di vetro di circa sette pollici di diametro sopra cinque in sei pollici di grossezza, in crogiuoli, ed a una fornace in cui cuocevasi della majolica nel borgo Sant' Antonio. Dopo d'aver fatto attenuare, e levigare le due superficie di questi pezzi di vetro per renderle parallele, trovai, che un solo dei due era perfettamente senza difetti. Il secondo pezzo, cioè il meno perfetto, lo diedi ad operai che non lasciarono di cavarvi dei molto buoni prismi d'ogni grandezza, e conservai per parecchj anni il primo ch'era della grossezza di pollici 4. e mezzo, e d'una trasparenza tale, che sovrapponendo ad un libro, potevansi agevolissimamente a traverso della grossezza di 4. pollici, e mezzo leggere i caratteri più piccoli, e le scritture dell'inchiostro più bianco: paragonai il grado di trasparenza di quella materia, co' cristalli di Saint-Gobin ridotti a differenti grossezze. Un pezzo della pasta di essi cristalli di 2. pollici e mezzo di grossezza sopra circa un piede di lunghezza, e di larghezza, procuratomi dal Sig. de Romilly, era verde come un marmo di tal colore, e vi si poteva leggere a traverso; ma per incominciare a distinguere a traverso alla sua grossezza i caratteri, fu d'uopo diminuirla più d'un pollice, e ridurla in fine a 2. linee e mezzo, perchè la sua trasparenza fosse eguale a quella del mio pezzo di 4. pollici e mezzo

di

di grossezza; imperciocchè i caratteri del libro scorgevansi tanto chiaramente a traverso a questi pollici 4. e mezzo, quanto a traverso al cristallo che non era, che di 2. linee e mezzo. Ecco la composizione di questo vetro, la cui trasparenza è sì grande.

Sabbia bianca cristallina, *una libbra*.
Minio o calce di piombo, *una libbra*.
Potassa, *mezza libbra*.
Salnitro, *una mezz' oncia*.

Il tutto mischiato, e messo a fuoco secondo l'arte.

Ho dato al Sig. Cassini de Thury questo pezzo di vetro, con cui potevasi sperar di fare eccellenti lenti da cannocchiale acromatico, tanto a motivo della sua grandissima trsaparenza, quanto per la sua forza refringente, la quale era considerabilissima, attesa la quantità di piombo ch' entrava nella sua composizione; ma avendo il Sig. de Tury affidato questo bel pezzo di vetro ad operai ignoranti, essi l'hanno guastato al fuoco, ove senza bisogno l'hanno novamente posto, ed io mi dolsi di non averlo fatto lavorare io stesso, giacchè non si trattava che di tagliarlo in lamine, e la materia di esso era ancora più trasparente, e più chiara che il *flintglass* d'Inghilterra, ed aveva maggior forza di rifrazione.

Con 600. libbre di questa medesima composizione io voleva fare una lente di 26. o

27.

27. pollici di diametro, e di 5. piedi di foco. Siccome sperava di poterla fondere nel mio fornello, feci a quest' effetto cambiare l' interna disposizione del medesimo; ma ben presto m' avvidi che ciò fare non si poteva se non nelle più gran fornaci di vetreria, e che erami necessaria una massa di 3. pollici di grossezza sopra 27. o 28. pollici di diametro, lo che forma incirca un piede cubico di vetro; chiesi la libertà di farla fondere a mie spese alla fabbrica di Saint-Gobin, ma gli Amministratori di questa non me lo accordarono, e la lente non è stata fatta. Io aveva calcolato che il calore di questa lente di 27. pollici sarebbe a quello della lente del Palazzo Reale, come 19. a 6.; il qual effetto è grandissimo attesa la piccolezza del diametro di essa lente che avrebbe avuto 11. pollici meno di quella del Palazzo Reale.

Codesta lente, la cui grossezza nel punto di mezzo non lascia d'essere considerabile, è tuttavia quanto si può fare di migliore per ardere a 5. piedi: potrebbesi ancora aumentare il diametro, giacchè io sono persuaso che non sarebbe impossibile di fondere e colare egualmente de' pezzi più larghi e più grossi ne' fornelli ove fondonsi i grandi pezzi tanto a Saint-Gobin, quanto a Rouelle in Borgogna: solamente osservo qui che per l' accrescimento della grossezza perderebbesi più che non guadagnerebbesi dall' accre-

ſcere la ſuperficie dello ſpecchio, e per queſto motivo, tutto bilanciato non oltrepaſſai i 27. o 28. pollici.

Newton ha dimoſtrato che quando i raggi di luce cadono ſul vetro ſotto un angolo maggiore di 47 o 48 gradi, eſſi vengono rifleſſi invece d' eſſer rifranti; quindi è che non ſi può dare ad uno ſpecchio rifrangente un diametro maggiore che quel della corda d' un arco di 47 o 48 gradi della sfera ſulla quale è ſtato lavorato; così nel caſo preſente per ardere a 5 piedi, avendo la sfera circa 32 piedi di circonferenza, lo ſpecchio non può avere che un poco più di 4 piedi di diametro; ma in queſto caſo ſarebbevi il doppio di groſſezza nella mia lente di 26 pollici, ed altronde i raggi troppo obbliqui non radunerebbonſi bene giammai.

Fra tutti gli ſpecchj or ora da me propoſti, queſte lenti di vetro ſolido ſono le più comode, le più ſicure, le meno ſoggette a guaſtarſi, ed eziandio le più efficaci quando ſiano ben traſparenti, e ben lavorate, d' un diametro ben proporzionato alla diſtanza del loro foco. Se alcuno vuol procurarſi una lente di queſta ſpecie, biſogna combinare queſti differenti oggetti, e non dare, ſiccome ho detto, alla medeſima che 27. pollici di diametro per ardere a 5. piedi, diſtanza comoda per lavorare di ſeguito, e molto adattata al foco. Quanto più traſparente, e più peſante ſarà il vetro, tanto più grandi

fa-

saranno gli effetti, perchè la luce in ragione della trasparenza passerà in quantità maggiore, e sarà tanto meno dispersa, tanto meno riflessa, e per conseguente tanto meglio penetrerà nel vetro e tanto più rifrangerassi, quanto più sarà massiccio, cioè specificatamente pesante: si avrà dunque un vantaggio con far entrare una grande quantità di piombo nella composizione di codesto vetro, e per questa ragione ve ne ho messo la metà, cioè, una porzione di minio eguale a quella della sabbia. Ma per trasparente che sia il vetro di queste lenti, la loro grossezza nel mezzo è un ostacolo grandissimo non solo alla trasmissione della luce, ma eziandio è un impedimento ai mezzi che potrebbonsi ritrovare per fondere masse grosse, e grandi quanto abbisognerebbe; per esempio, per una lente di 4 piedi di diametro, alla quale dovrebbesi un foco di cinque o sei piedi, ch'è la distanza più comoda, alla quale la luce cadendo con minore obbliquità avrà maggior forza che a distanze più grandi, sarebbe necessario fondere una massa di vetro di quattro piedi sopra sei e mezzo o sette pollici di grossezza, perciocchè debb'essere lavorata, e attenuata eziandio nella parte più grossa. Ora difficilissimo sarebbe il fondere, e liquefare in un sol getto questo grosso volume, il quale, come ognun vede, sarebbe di cinque o sei piedi cubici, giacchè i più ampj tini delle fabbriche de' cristalli ne capiscono solo due

piedi cubici, e i criſtalli più grandi di 60 pollici ſopra 120, ſupponendoli anche della groſſezza di 5. linee, non formano che un volume d'un piede cubico e tre quarti all'incirca. Noi ridotti a non oltrepaſſare queſto minor volume, ed obbligati a non adoperare realmente più che un piede cubico e mezzo, o tutt'al più che un piede cubico e tre quarti di vetro per farne la lente, e non ſenza qualche ſtento potremo ritrovare maeſtri di tali manifatture, i quali s'accontentino di ſondere a tale groſſezza, poichè temono con qualche ragione che il calor troppo grande di queſta maſſa groſſa di vetro non faccia fendere, o gonfiare la tavola di rame ſulla quale fanno paſſare i criſtalli, i quali, avendo al più 5 linee di groſſezza (1), non comu-

(1) Ciò non oſtante a Saint-Gobin ſonoſi a mia iſtanza fuſi criſtalli di ſette linee, de' quali, ſon già più di vent'anni, ch'io me ne ſono ſervito per diverſe ſperienze; ho rimandato ultimamente uno di queſti criſtalli di 48. pollici in quadrato, e di 7 linee di groſſezza al Sig. de Bernieres, il quale s'è incaricato di fare delle lenti ad acqua per l'Accademia delle Scienze, ed io ho veduto preſſo al medeſimo de' criſtalli di 10 linee di groſſezza anch'eſſi ſtati fuſi a Saint-Gobin: queſto deve far preſumere, che per la tavola ſe ne potrebbero ſenz'

municano alla tavola che un calore assai mediocre in paragone di quello che le comunicherebbe una massa di 6 pollici di grossezza.

V.

Lenti a gradini per incendiare colla maggiore forza possibile (1).

Dissi pur ora che le grandi grossezze che dar si debbono alle lenti, allorchè hanno un gran diametro, ed un foco breve, pregiudicano molto al loro effetto: una lente di 6. pollici di grossezza nel mezzo, e della materia de' vetri ordinarj, non arde, per così dire, che nelle estremità. Col vetro più trasparente, l'effetto sarà maggiore, ma la parte di mezzo resta sempre in pura perdita, perchè la luce non può penetrare ed attraversare la troppo grande grossezza. Ho riferito le sperienze da me fatte sulla diminuzione della luce che passa a traverso le differenti grossezze d'un medesimo vetro, e si è veduto che una tale diminuzione è considerabilissima: ho quindi cercato i mezzi di rimediare a questo inconveniente, ed ho ritrovato una maniera semplice, ed assai facile

senz'alcun rischio fondere anche de' più grossi.

(1) Vedi le *tavole IX. X. e XI.*

cile di diminuire realmente quanto io voleva le groſſezze delle lenti, ſenza perciò diminuirne ſenſibilmente il diametro, od allungarne il foco.

Codeſto mezzo conſiſte a lavorare a ſcala il mio pezzo di vetro. Supponiamo, per meglio farmi intendere, ch' io voglia diminuir di due pollici la groſſezza d' una lente di vetro che abbia 26 pollici di diametro, 5 piedi di foco, e 3. pollici di groſſezza nel centro; divido l' arco di queſta lente in tre parti, ed avvicino concentricamente ciaſcuna di codeſte porzioni d' arco, in maniera che non mi rimanga che un pollice di groſſezza nel centro, e formo in ciaſcun lato una ſcala di mezzo pollice per avvicinare iſteſſamente le parti corriſpondenti: con queſto mezzo, facendo una ſeconda ſcala, arrivo all' eſtremità del diametro, ed ho una lente a gradini preſſochè dello ſteſſo foco, la quale ha il diametro medeſimo, e quaſi due volte minor groſſezza che la prima, lo che forma un grandiſſimo avvantaggio.

Se giungeſi a fondere un pezzo di vetro del diametro di 4. piedi ſopra due pollici e mezzo di groſſezza, e a lavorarlo a gradini ſopra un foco di 8 piedi; ho calcolato che, laſciando anche un pollice e mezzo di groſſezza nel centro di queſta lente, e nel interiore corona de' gradini, il calore di eſſa lente, ſarà a quello della lente del Palazzo Reale, come 28. a 6. ſenza contare l' effet-

fetto della diversità delle grossezze, che è considerabilissimo, e ch'io non posso valutare d'avvantaggio.

Quest' ultima specie di specchio rifrangente è quanto può farsi di più perfetto in questo genere, e quand'anche noi lo riducessimo a 3. piedi di diametro, sopra 15. linee di grossezza nel centro, e 6 piedi di foco, il che ne renderà meno difficile l'esecuzione, avremmo sempre un grado di calore almeno quattro volte maggiore di quello delle migliori lenti che si conoscano. Oso dire che un tale specchio a gradini sarebbe uno de' più utili stromenti di Fisica: io l'ho ideato già da più di venticinque anni, e tutt'i Dotti ai quali io ne ho parlato, desiderarono che fosse eseguito. Da codesto ne verrebbero de' grandi vantaggi pel progresso delle Scienze, ed adattandovi un eliometro, potrebbonsi al suo foco fare tutte le operazioni della Chimica, tanto comodamente, quanto al fuoco delle fornaci ec.

SPIEGAZIONE DELLE FIGURE

Le quali rappresentano il fornello, di cui mi valsi per rendere curvi i Cristalli, onde farne gli specchj ustorj di diverse specie.

LA *tavola I. Fig.* 1. è il piano del fornello a livello di terra, ove vedesi *H K B* un voto che allontana gli inconvenienti del terrapieno sotto il cammino del fornello; questo voto è coperto da una volta, come vedesi nelle figure seguenti.

E R, li ceneraj disposti in maniera che l'apertura dell'uno è situata nella parte in cui trovasi il vento dell'altro.

L L, due contrafforti che assicurano la fabbrica del fornello.

M M, altri due contrafforti, l'uso de' quali è lo stesso degli accennati di sopra, dai quali non variano se non per essere alquanto rotondi.

G G G G piani di quattro spranghe di ferro che assicurano il fornello, come spiegherassi più sotto.

La *tavola I. fig.* 2. è l'alzata d'uno de' lati paralleli alla linea *C D* del piano precedente.

H K l'apertura fatta nel focolare del fornello, affine di togliervi tutta l'umidità.

CC

C C la bocca, ossia la grande apertura del fornello.

A la piccola apertura fatta nel lato opposto del tutto simile a quella che *l'istessa tavola* rappresenta colla sola differenza che l'apertura è più piccola.

M m uno de' contrafforti rotondi, a lato del quale vedesi il vento.

R apertura, per la quale l'aria esteriore passa sotto l'inferriata del focolare.

E il cenerajo, *N* il focolare, *P* la porta che lo chiude.

L l un contrafforte quadrato.

G O, *G O* due delle spranghe di ferro ingessate in terra, le quali per mezzo de' cerchj di ferro *D* sono unite a quelle dell'altro lato, come vedrassi una delle figure seguenti.

O O due spranghe di ferro, le quali uniscono insieme le due spranghe *G O*, *G O*, e tengono salda la volta dell'apertura *C C*, la quale è curva.

m D B D I la volta comune del fornello e dei focolari, la di cui figura è ellittica; la disposizione de' mattoni, e degli altri materiali che compongono il fornello rilevasi facilmente dalla figura.

La *tavola II. fig.* 1. è il prospetto esterior del fornello da uno de' lati paralleli alla linea *A B* del piano.

L L, *M M* contrafforti,

H K le estremità dell' apertura sotto il cammino del fornello.

A la piccola apertura, *C* la grande.

G O D, *G O D* le spranghe di ferro, delle quali s'è parlato, congiunte insieme dal vincolo *D D*.

I vincoli *D D* collocati sulla volta *D B D* sono congiunti insieme da un terzo vincolo di ferro.

P è la porta di ferro che chiude il focolare.

Le figure precedenti dimostrano l' esteriore del fornello, l'interiore più interessante vien rappresentato nelle tavole seguenti.

La *tavola II. fig.* 2. è lo spaccato orizzontale del fornello per mezzo della grande apertura.

X è il cammino che si è reso concavo sferico.

E E le due inferriate che dividono il focolare dal cenerajo, e sulle quali mettesi il carbone; s'è supposto che la volta fosse trasparente per far meglio vedere la direzione de' ferri che compongono le inferriate.

A la piccola apertura, *C C* la grande.

D D i margini, *L M*, *L M* i contrafforti.

La *tavola III. fig.* 1. è lo spaccato verticale del fornello, seguendo la linea *C D* del piano.

Z il voto sotto il cammino del fornello.

G X K cavità sferica fatta nel cammino del

del fornello, e sulla quale è collocato il cristallo G K ch'è stato ritondato, e di cui esso deve prendere esattamente la figura dopo che sarà stato ammollito dal fuoco.

F F le inferriate, o focolari, al disotto dei quali sonovi i ceneraj.

D D i margini che impediscono alle estremità del cristallo dalla parte de' focolari d'essere troppo presto attaccate dal fuoco.

C B C la volta, C C lunette che apronsi o chiudonsi secondo il volere, coprendole con un quadrello di terra cotta, L M contrafforti.

La *tavola III. fig.* 2. rappresenta lo spaccato del fornello per un piano verticale che passa per la linea A B del piano.

H K L il voto sotto il cammino del fornello.

G X K cavità sferica fatta nel cammino del fornello, e su cui trovasi già applicato il cristallo X.

D D un de' margini, P la grande apertura, Q la piccola, C C C lunette.

C B C la volta spaccata trasversalmente, o secondo il piccolo asse dell'ellipsoide. Della grandezza di ciascuna parte di questo fornello giudicherassi dalle scale poste abbasso a ciascuna figura, prese esattamente dal Sig. Goussier sul fornello ch' era nel Giardino reale delle piante.

GRANDE SPECCHIO DI RIFLESSIONE,

Chiamato Specchio d' Archimede.

Tavola IV., figura 1.

QUesto specchio è composto di trecento sessanta cristalli messi su d' un telajo di ferro *G D E F*, ciascun cristallo è mobile, acciocchè le immagini riflesse da ciascuno possano essere dirette verso il medesimo punto, e coincidere nello stesso spazio.

Il telajo che ha due orecchioni è sostenuto da un pezzo di ferro composto di due sostegni *M B*, *L A* combaciati a dente e cavo nel piano *Z O*; essi vengono arrestati in questa situazione per mezzo della traversa *a b*, e di tre puntelli per ciascuno *N P*, *Q P*, *O P*, fissati in *P* nel mezzo del sostegno *M B*, e congiunti pel basso in un bracciuolo *N O Q* che loro serve di sodo; questi bracciuoli hanno degl' incastri *N Q*, *I U*, i quali ricevono delle girelle, per mezzo delle quali questa macchina, quantunque molto pesante, può liberamente aggirarsi sul suolo di legno *X X Y* essendo fermata nel centro di questa piatta-forma dall' asse *R S* che passa nelle due traverse *Z O*, *a b*; ciascun

scun sostegno regge eziandio nella sua parte inferiore una girella, per modo che tutta la macchina vien sostenuta da dieci girelle; la piatta-forma di legno è coperta da lamine di ferro nel giro delle girelle, perchè senza una tale cautela la piatta-forma non sarebbe di lunga durata.

La piatta-forma è sostenuta da quattro forti girelle di legno, l' uso delle quali è di agevolare il trasporto di tutta la macchina da un luogo all' altro.

A fine di poter variare a talento le inclinazioni dello specchio, e di poterlo fermare nella situazione che giudicasi a proposito, vi si è adattata la catena *F G*, la quale è unita con dei cerchi, de' quali l' orecchione *B* è il centro; questa catena è condotta da un rocchetto, il di cui stipite *b H* attraversa il sostegno, ed uno de' puntelli, ed è terminato da un manubrio *H K*, mercè del quale inclinasi, o alzasi ad arbitrio.

Finora noi non abbiamo spiegata che la costruzione generale dello specchio; rimane ora a spiegarsi con qual artifizio giungasi ad ottenere che le immagini differenti riflesse da' differenti specchj tutte diriganfi al medesimo punto; ed a questo sono destinate le figure seguenti.

Ta-

Tavola IV. figura 2.

X Z una porzione delle ſpranghe che occupano il di dietro dello ſpecchio; eſſe ſono in numero di venti, e diſpoſte orizzontalmente, per modo che il loro piano è parallelo al piano dello ſpecchio; ciaſcuna di queſte ſpranghe ha diciotto incaſtri *T T*, e lo ſteſſo numero di prominenze *V V* che le ſeparano; queſte ſpranghe ſono attaccate alla parte verticale del telajo dello ſpecchio per mezzo di viti, e tra loro per mezzo di tre o quattro ſpranghe verticali, alle quali eſſe ſono fortemente uniti con viti; dirimpetto a ciaſcun incaſtro *T T* vi ſono le ſpalle *T A*, *T D*, le quali vi ſono fiſſate per mezzo delle madreviti *G A*, le quali occupano la parte bucata dal manico della ſpalla dopo ch'eſſa ha attraverſata la groſſezza della ſtanza; le parti ſuperiori di ciaſcuna ſpalla, le quali ſono forate ſervono di legami agli orecchioni della croce di cui noi parleremo; queſta croce rappreſentata nella *figura* 3. *e figura* 5. *vedi tav. V.* è un pezzo di rame, o di ferro, di cui la figura ne dimoſtra la forma.

C D Gli orecchioni, i quali entrano ne' buchi fatti in ciaſcuna ſpalla, talchè eſſa ſi poſſa movere liberamente in queſto buco.

La vite *M L* dopo d'avere attraverſata

la

la prominenza *V*, va ad appoggiarsi pel disotto contro l'estremità inferiore *B* del braccio *B A*, nel tempo stesso la molla *K* va ad applicarsi contro l'altra estremità *A* dello stesso braccio; cosicchè allorquando si fa girare la vite nel montare, la molla ristabilendosi fa che la parte *B* del braccio trovisi sempre applicata alla punta della vite; dalla qual costruzione risulta un movimento di ginglimo, o di cerniera, il di cui asse è *B C*, *figura* 2.

Non bastando questo solo movimento se n'è fatto un altro, il di cui asse di movimento incrocicchia il primo ad angolo retto.

Alle due estremità *A* e *B* del braccio *A B* sonosi adattate due piccole spalle *B H*, *A K*, *figura* 5. *Tav. V.* trattenute come le precedenti per mezzo di viti, e di madreviti.

I buchi *H K* che sono nelle parti superiori di queste spalle ricevono gli orecchioni *D C*, *figura* 4. di una piastra di ferro che noi abbiamo chiamata *porta cristallo*, la quale può moversi liberamente sulle spalle, ed inclinarsi all'asse *C D* del primo movimento pel mezzo della vite *F G*, per la quale abbiamo riservato un bozzo *E* nel braccio *A B*, perchè serva di madrevite immobile; questa vite applicasi per mezzo di *E* contro la parte *D B C* del porta-cristallo, ed allorchè

chè girasi la vite, sforza questa parte ad innalzarsi; ma allorquando allentasi questa vite, la molla *A L* che s'applica contro la parte *D A C* del porta-cristallo, lo sforza a seguitare sempre la punta della vite: col mezzo di questi due movimenti di ginglimo dar si può al cristallo, che è ricevuto entro i granchj *A C B* del porta-cristallo, quella direzione che desiderasi, e fare così coincidere l'immagine del Sole riflessa da un cristallo, con quella ch'è riflessa da un altro.

Tavola V.

La *fig.* 6. rappresenta il porta-cristallo nella parte posteriore, ove scorgesi la vite *F E G*, che s'applica in *G* fuori dell'asse del movimento *H K*, e la molla *L*, che applicasi in *L* dall'altra parte dell'asse del movimento.

La *figura* 7. rappresenta la parte superiore del porta-cristallo fornito del cristallo *A C B D*, il rimanente è spiegato nell'altre figure.

SPEC-

SPECCHIO DI RIFLESSIONE

Reso concavo dalla pressione d' una vite applicata nel centro.

Tavola VI.

La *figura* 1. rappresenta lo specchio alzato sul suo piede, B D C la forchetta che sostiene lo specchio; essa è mobile nell' asse verticale, ed è trattenuta in piedi da' tre rami F F F per mezzo del cavo G.

D E il regolatore delle inclinazioni.

A la testa della vite collocata nel centro dello specchio, e resa concava per suo mezzo.

La *figura* 2. rappresenta lo specchio mirato per la parte posteriore, B C i cardini ch' entrano nei fori della forchetta.

F G una stanga di ferro fissata nell' anello dello stesso metallo, la quale circonda il cristallo: questa stanga serve di punto d' appoggio alla vite D E, che comprime il cristallo.

B H C K l' anello, o cerchio di ferro sul quale è applicato il cristallo: questo cerchio debb' essere esattamente piano, e perfettamente circolare: la parte sulla quale il cristallo applicasi, copresi con pelle, con cuo-

jo,

jo, o stoffa, acciocchè il contatto sia più immediato, ed il cristallo non sia esposto a rompersi.

SPECCHIO DI RIFLESSIONE

Reso concavo per mezzo della pressione dell' atmosfera Tavola VI.

Questo specchio consiste in un tamburro o cilindro, del quale il cristallo è una delle basi, ed una piastra di ferro è l'altra.

A B, *figura* 3. il cristallo perfettamente piano, *G* una lente tagliata nella grossezza medesima del cristallo.

A E o *B M* l'altezza del cilindro nell' estremità del diametro orizzontale *T L*, dal quale escono due orecchioni, i quali entrano nel capo della forchetta, come fu spiegato parlando dello specchio di rifrazione.

M O il regolatore delle inclinazioni.

N il vincolo per cui passa, e la vite che serve a fermarlo.

N R S P Q il piede ch'è simile a quello dello specchio di rifrazione colla sola differenza ch'è di legno, e che i pezzi hanno un contorno meno ornato, del resto la sua azione è la stessa.

Figura 4. è il profilo dello specchio spaccato in un piano che passa per l'asse del cilindro, ed al quale supponesi che l'occhio sia perpendicolare.

A B

AB il cristallo, di cui scorgesi la grossezza.

C la lente che vi è insieme unita, e il di cui foco è il punto *C*.

ED la base del cilindro, ch'è una piastra di ferro.

AE, *BD* l'altezza, e lo spaccato della superficie cilindrica.

c m uno stoppino inzolfato che si fa passare nella cavità dello specchio dopo d'aver chiusa la vite *K*, il cavo della quale è un cubo fortemente attaccato alla piastra di ferro che serve di fondo allo specchio.

G la medesima vite rappresentata separatamente, *H* una rotella di cuojo che ponesi entro la testa della vite e suo cavo per togliere interamente il passaggio all'aria.

a b c la concavità che lo specchio acquista dopo che l'aria contenuta nel cilindro è stata consumata dalla fiamma della candela *c m*, alla quale ha dato fuoco la lente *C*.

DF il regolatore delle inclinazioni unito a cerniera al punto *D*.

E m K, *K m D* regoli di ferro posti orizzontalmente sulla base del cilindro a cui sono fortemente attaccati; il loro uso è di fortificare la piastra, e metterla in istato di resistere al peso dell'atmosfera che la comprime egualmente che il cristallo; questa costruzione è rappresentata in un'altra figura, *Tavola VII*.

ALTRO SPECCHIO DI RIFLESSIONE.

Tavola VII.

COnsiste anche questo in un cilindro o tamburro di ferro, di cui una delle basi è un cristallo perfettamente piano; la base opposta, ch'è quella rappresentata della *figura* 1. è una piastra di ferro rinforzata dai regoli di ferro posti orizzontalmente *E G*, *F H*, *E K*. L'aria contenuta nel cilindro votasi per mezzo della tromba *B C*, la quale è trattenuta sulla piastra di ferro dai *x x*.

A l'estremità superiore dello stantuffo.

E un tubo di rame sodamente fissato sulla piastra; questo tubo s'è posto in traverso per ricevere la chiave *F*, per cui mezzo apresi, o chiudesi la comunicazione dell'interno del cilindro colla tromba.

L M, *m n* la forchetta sulla quale è appoggiato lo specchio, e che è mobile nell'albero *M O*.

M P R Q il piede che ha solamente tre rami, il che fa ch'esso sostenga sempre a perpendicolo anche su d'un piano ineguale.

La *figura* 2. rappresenta lo specchio tagliato giusta la linea *G H*, e dal quale supponesi che siasi già cavata l'aria.

X V Z il cristallo che la pressione dell'aria ha reso concavo.

H G

HG la piastra di ferro che serve di fondo al cilindro.

L N gli orecchioni.

F E la chiave.

E G F H i regoli orizzontali che tengono salda la piastra.

Le *figure* 3. *e* 4. rappresentano in grande lo spaccato del cubo per cui passa la chiave; questo cubo supponesi tagliato per un piano perpendicolare alla piastra, e che passa per la tromba.

c parte del canale piegato a guisa di gomito, fatto nel cubo che comunica coll' interno dello specchio.

b proporzione dello stesso canale, che comunica colla tromba.

a la chiave che trovasi tagliata perpendicolarmente al suo asse.

La *figura* 3. rappresenta la situazione della chiave, allorchè la comunicazione è aperta, la porzione *m* del canale rappresentasi dirimpetto alle aperture *b*, *c*.

La *figura* 4. rappresenta la situazione della chiave quando la comunicazione è chiusa; allora la parte *m* del canale rappresentasi più dirimpetto alle medesime aperture.

L E N-

LENTI COLL' ACQUA.

Tavola VIII.

Figura 1. Lo specchio intero alzato sul suo piede.

ABMC lo specchio composto di due cristalli convessi assicurati l'un contro l'altro dal telajo, o cornice circolare *ABMC*.

BC estremità della forchetta di ferro, che sostiene questo specchio. Nell' estremità di questa forchetta v'è un buco cilindrico atto a ricevere gli orecchioni de'quali è provisto il telajo dello specchio, e sopra i quali esso movesi per variare le inclinazioni.

BKC la forchetta.

KFiGH il piede che sostiene lo specchio; esso è composto di parecchj pezzi.

KL l'albero, o trave che nella sua parte inferiore appoggiasi sulla croce *HI*, *FG*; esso è arrestato nella situazione verticale per mezzo dei quattro puntelli, o puntoni *KG*, *HK*, *KF*, *KI* che sono di ferro, ed a' quali s'è dato un contorno grazioso.

fgbi le rotelle.

Figura 2. Spaccato o profilo dello specchio, nel quale supponesi che l'occhio sia collocato nel piano che divide i due cristalli.

XZ i due cristalli che essendo uniti formano una lente.

o r il piano che divide i due cristalli.

b m spaccato del telajo, o anello che tiene uniti i cristalli; quest'anello è composto di due pezzi, i quali si tengono soggetti l'uno all'altro per mezzo di viti, ed entro i quali i cristalli sono uniti con mastico.

a una piccola boccia con due colli, l'uno de' quali comunica col voto che i due cristalli lasciano tra loro per mezzo d'un canale fatto entro i due cristalli, e ch'è incastrato metà nell'uno, e metà nell'altro.

Figura 3. *B D C* la forchetta di ferro che sostiene lo specchio.

D E il pedale della forchetta che entra in un buco verticale fatto nell'asse, o albero *K L* del piede, cosicchè la faccia dello specchio si possa successivamente dirigere a tutt' i punti dell'orizzonte.

D cerchio, nel quale passa il regolatore delle inclinazioni che vi si fissa con una vite.

LENTI A GRADINI.

Tavola IX.

A B cornice circolare per contenere questo specchio a gradini.

C C orecchioni che passano ne' buchi fatti orizzontalmente nella parte superiore della forchetta *D D*; nella sua parte inferiore v' è un pedale anch'esso di ferro, il quale non ve-

vedesi qui perchè entra perpendicolarmente, e con qualche facilità nel tronco *E*, affine di potere girare alla diritta, ed alla sinistra.

Il tronco *E* è attaccato fortemente al suo piede, ch'è fatto a guisa di croce, e di cui non se ne possono qui vedere che tre parti segnate *F F F*.

G G G puntelli o puntoni di ferro per maggior fermezza.

H H H rotelle sotto i piedi per collocare facilmente questo specchio nella direzione che giudicasi opportuna.

La *Tavola X.* rappresenta lo stesso specchio a scalini in prospettiva diretto al Sole per ardere.

AB cornice circolare che contiene il cristallo a scalini.

C C orecchioni che passano ne' fori fatti nella parte superiore della forchetta *D D*.

Nella parte inferiore della forchetta ch'è di ferro, v'è un pedale cilindrico dello stesso metallo che insinuasi agiatamente nell'albero, ma non assai strettamente affinchè abbia un movimento dolce, e si possa girare a destra, e a sinistra per dirigerlo come piace.

E il trave nel quale passa questo pedale.

F F F F i quattro piedi in forma di croce, ai quali è sodamente attaccato il trave.

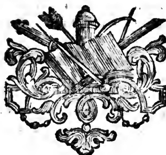
G G G G i quattro puntelli anch' essi di ferro.

H il

II il fuoco attivo tratto dal Sole per mezzo della costruzione di questo specchio.

III le rotelle sotto i piedi del porta-specchio.

La *Tavola XI.* rappresenta gli spaccati de' tre specchj a scalini de' quali il più facile ad eseguirsi sarebbe quello della *figur. I.* La loro scala è di sei pollici per ciascun piede.



MEMORIA SETTIMA.

Osservazioni sui colori accidentali, e sull' ombre colorite.

QUantunque in questi ultimi tempi siasi fatto non poco studio intorno alla Fisica de' colori, sembra ciò non ostante, che da Newton in poi non siansi fatti grandi progressi: nè ciò deriva già perchè egli abbia esausta la materia, ma piuttosto perchè i Fisici per la maggior parte hanno atteso più a combatterlo, che ad intenderlo, e perchè quantunque chiari siano i suoi principj, ed incontrastabili le sue sperienze, pochi furono quelli che siansi presa la pena d'esaminare a fondo i rapporti, e l'unione delle sue scoperte, cosicchè io non credo di dover parlare d'un nuovo genere di colori, senza aver date prima idee chiare sulla produzione de' colori in generale.

V'ha parecchj mezzi di produrre colori: il primo si è la rifrazione: un tratto di luce, che passa a traverso d'un prisma, rifrangesi, e dividesi in maniera da produrre un'immagine colorita composta d'un numero infinito di colori; e le ricerche che fatte si sono sopra l'immagine colorita del Sole, ci hanno dimostrato che la luce di quell' astro è il complesso d'un'infinità di raggi di luce diversamente colorati; che codesti rag-

gi hanno altrettanto diversi gradi di rifrangibilità, quanto differenti colori; e che il colore medesimo ha costantemente il medesimo grado di rifrangibilità. Tutt' i corpi diafani, le superficie de' quali non siano parallele, producono colori per mezzo della rifrazione; e l' ordine di questi colori è invariabile, ed il loro numero, quantunque infinito è stato ridotto a sette principali denominazioni, violetto, indaco, cilestro, verde, giallo, aranciato, rosso; ciascuna delle quali denominazioni corrisponde ad un intervallo determinato nell' immagine colorita che contiene tutte le gradazioni del colore determinato; di maniera che nell' intervallo rosso ritrovansi tutte le gradazioni di rosso, nell' intervallo giallo tutte le gradazioni di giallo ec., e ne' confini di questi intervalli i colori intermedj che sono nè gialli, nè rossi ec. Nè senza buone ragioni Newton fissò a sette il numero delle denominazioni de' colori, quantunque l' immagine colorita del Sole ch' egli chiama lo *spettro solare*, non presenti a prima vista che cinque colori, violetto, cilestro, verde, giallo, e rosso, codesto non è ancora più che uno scomponimento imperfetto della luce, ed una rappresentazione confusa de' colori. Siccome quest' immagine è composta d'un'infinità di cerchj diversamente colorati, i quali corrispondono ad altrettanti dischi del Sole; e che questi cerchj s'avanzano molto gli uni sopra gli al-

altri, il mezzo di eſſi è il ſito nel quale la meſcolanza de' colori è maggiore, e le ſole parti rettilinee dell'immagine ſono quelle, in cui i colori ſono puri; ma ſiccome eſſe ſono nel tempo ſteſſo deboliſſime, ſi ſtenta a diſtinguerle, e ricorreſi ad un altro ſpediente per depurare i colori, il quale conſiſte nel riſtringere l'immagine del diſco del Sole, il che diminuiſce la progreſſione de' cerchj colorati gli uni ſopra gli altri, e per conſeguenza la meſcolanza dei colori: in queſto ſpettro di luce purgata ed omogenea ſcorgonſi beniſſimo i ſette colori, ed anche molto più di ſette ſe uſiſi qualche arte; perciocchè, ricevendo ſucceſſivamente ſu d'un filo bianco le differenti parti di queſto ſpettro di luce purgata, ho ſpeſſo contato fino a diciotto, o venti colori, la differenza de' quali era ſenſibile a' miei occhj. Con organi migliori, o con maggior attenzione ſe ne potrebbono contare anche di più; nè quindi avviene che il numero della loro denominazione fiſſar non ſi debba a ſette; e ciò per la ragione ben fondata, che dividendo lo ſpettro di luce purgata in ſette intervalli, e ſeguendo la proporzione data da Newton, ciaſcuno di queſti intervalli contiene de' colori, i quali, ſebbene preſi tutti inſieme, non ſono *ſcomponibili* per mezzo del priſma o di qualſivoglia altro artifizio, e perciò è ſtato loro dato il nome di *colori primigenj*. Che [illegible]ce di dividere lo ſpettro in ſette, eſ-

ſo

so dividasi soltanto in sei, o cinque, o quattro, o tre intervalli, allora i colori contenuti in ciascuno di questi intervalli si scompongono per mezzo del prisma, e per conseguenza essi non sono puri, nè devono essere risguardati come colori primigenj. I colori primitivi non si possono dunque ridurre a meno di sette denominazioni, ed ammetter non devesi un maggior numero, perchè allora dividerebbonsi inutilmente gl'intervalli in due o più parti, i colori delle quali sarebbono della natura medesima, e ciò sarebbe un separare mal a proposito una stessa specie di colore, e dare a cose simili nomi differenti.

Trovasi che l' estensione proporzionale di questi sette intervalli di colori, corrisponde esattamente all'estensione proporzionale de' sette tuoni della musica; ma questo è un puro caso, dal quale non devesi dedurre alcuna conseguenza: questi due risultati sono indipendenti l' uno dall' altro, e non bisogna troppo ciecamente abbandonarsi allo spirito di sistema per pretendere, in virtù d' un rapporto fortuito, di sottomettere l' occhio, e l' orecchio a leggi comuni, ed adattare ad uno di questi organi le regole dell' altro, immaginando che sia possibile di fare un concerto agli occhj o un paesetto agli orecchj.

Questi sette colori prodotti dalla rifrazione sono inalterabili, e contengono tutt'i colori, e tutte le gradazioni de' colori che so-

no al mondo ; i colori del prisma , quelli del diamante , quelli dell' iride , delle immagini degli aloni, dipendono tutti dalla rifrazione, e ne seguono esattamente le leggi.

La rifrazione non è però il solo mezzo di produrre colori, e la luce oltre la sua qualità rifrangibile ha dell'altre proprietà, le quali, quantunque dipendenti dalla medesima causa generale, producono effetti differenti; imperciocchè nell' istessa maniera che la luce rompesi, e dividesi in colori passando da un mezzo in un altro mezzo trasparente, essa rompesi eziandio nel passare vicino alla superficie d'un corpo opaco; e questa specie di rifrazione che operasi nello stesso mezzo , chiamasi *inflessione*, ed i colori che produce sono gli stessi di quelli della rifrazione ordinaria; i raggi violetti che sono i più rifrangibili, sono eziandio i più flessibili , e la frangia colorata dall' inflessione della luce non differisce che nella forma dallo spettro colorato prodotto dalla rifrazione; e se diversa è l'intensità de' colori, l'ordine ne è però lo stesso, le proprietà tutte simili, il numero eguale, la qualità primitiva ed inalterabile comune a tutti tanto nella rifrazione, quanto nell'inflessione, la quale anch'essa realmente non è che una specie di rifrazione.

Ma il più potente mezzo di cui la Natura servesi per produrre i colori, si è la rifra-

frazione (1); tutt' i colori materiali da essa dipendono; il cinabro è rosso non per altro, se non perchè riflette abbondantemente i rag-

(1) Confesso che non sono del sentimento di Newton in proposito della riflessibilità de' differenti raggi della luce. La sua definizione della riflessibilità non è generale quanto basti per essere soddisfacente; egli è sicuro che la maggiore facilità ad essere riflesso è la stessa cosa che la maggior riflessibilità, ed è necessario che questa maggior facilità sia generale in tutt' i casi: ora chi sa se il raggio violetto si rifletta più facilmente in tutt' i casi a motivo ch' esso in un caso particolare rientra nel vetro più facilmente degli altri raggi? La riflessione della luce segue le stesse leggi del ribalzo di tutt' i corpi elastici; quindi conchiuder devesi che le particelle di luce sono elastiche, e per conseguenza la riflessibilità della luce sarà sempre proporzionata alla sua elasticità, ed allora i raggi più riflessibili saranno quelli che avranno maggiore elasticità; qualità difficile da misurarsi in materia di luce, poichè non può misurarsi l' intensità d' una molla se non dalla velocità che produce. Perchè dunque fosse possibile il fare una sperienza su ciò; converrebbe che i satelliti di Giove fossero illuminati successivamente da

raggi rossi della luce, ed assorbisce gli altri: l'oltremare non appare azzurro se non in quanto riflette fortemente i raggi cilestri, e ri-

---

da tutt'i colori del prisma per riconoscere dalle loro ecclissi, se vi fosse più o meno di velocità nel movimento della luce violetta che nel movimento della luce rossa; imperciocchè dal solo paragone della velocità di questi due differenti raggi può comprendersi se l'uno ha maggior elasticità dell'altro, o maggiore riflessibilità. Ma non si è mai osservato che i satelliti nel momento della loro emersione fossero comparsi violetti, ed in seguito illuminati successivamente da tutt'i colori del prisma; dunque è presumibile che i raggi di luce abbiano tutti a un dipresso un'eguale elasticità, e per conseguenza altrettanto di riflessibilità. Altronde il caso particolare, in cui il violetto sembra essere più riflessibile non proviene che dalla rifrazione, e non sembra appartenere alla riflessione, com'è facile a dimostrarsi. Newton ha dimostrato all'ultima evidenza che i raggi differenti sono inegualmente rifrangibili; che il rosso lo è meno, ed il violetto più di tutti; non è dunque da stupirsi che ad una certa obbliquità il raggio violetto trovandosi, nell'uscire dal prisma, più obbliquo nella superficie di tutti gli

riceve ne' suoi pori tutti gli altri raggi che vi si disperdono. Lo stesso è degli altri colori de' corpi opachi, e trasparenti; la trasparenza dipende dall' uniformità di densezza, e tostochè le parti componenti d'un corpo, di qualunque figura esse sieno, sono d'egua-
le

---

gli altri raggi sia il primo ad essere attratto dal vetro, ed obbligato ad entrarvi, laddove gli altri raggi, l' obbliquità de' quali è minore, continuano il loro corso senza essere attratti ed obbligati ad entrare nel vetro: questa non è dunque, come Newton pretende, una vera riflessione, ma bensì solo un effetto della rifrazione. Parmi dunque ch' egli non dovesse assicurare in generale che i raggi più rifrangibili fossero i più riflessibili. Ciò non mi sembra vero se non considerando quest' effetto della rifrazione come una riflessione, lo che non è lo stesso; imperciocchè egli è evidente che una luce che cada su d' uno specchio, e che ripercotasi formando un angolo di riflessione eguale a quello d' incidenza, forma un caso molto differente da quello in cui essa trovasi nell' uscire da un vetro sì obbliquo nella superficie, che sia obbligata ad entrarvi; questi due fenomeni niente hanno di comune, e non possono, a mio parere, spiegarsi colla medesima causa.

le denſezza, il corpo ſarà ſempre traſparente. Se un corpo traſparente riduceſi ad una aſſai piccola groſſezza, queſta piaſtra ſottile produrrà colori, l'ordine, e le principali apparenze dei quali ſono molto differenti dai fenomeni dello ſpettro, o della frangia colorata; quindi queſti colori non derivano già dalla rifrazione, ma dalla rifleſſione: le piaſtre ſottili de' corpi traſparenti, le bolle di ſapone, le penne degli uccelli ec., appariſcono colorate perchè riflettono certi raggi, e laſciano paſſare od aſſorbiſcono gli altri; tali colori hanno le loro leggi, e dipendono dalla groſſezza della piaſtra ſottile; una certa groſſezza produce coſtantemente un certo colore; tutt'altra non può produrlo, ma ne produce un diverſo; ed allorchè queſta groſſezza è diminuita all'infinito, di maniera che, invece d'una piaſtra ſottile e traſparente altro non vi ſia che una ſuperficie levigata ſu d'un corpo opaco, queſta levigatezza che può riſguardarſi come il primo grado della traſparenza, anch'eſſa per mezzo della rifleſſione produce de' colori, i quali eziandio hanno altre leggi; perciocchè, allorquando laſciaſi cadere un tratto di luce ſu d'uno ſpecchio di metallo, eſſo tratto di luce non rifletteſi tutt'intiero ſotto lo ſteſſo angolo, ma ſe ne diſperde una parte che produce de' colori, i fenomeni de' quali, ſiccome anche quelli delle piaſtre ſottili, non ſono per anco ſtati baſtantemente oſſervati.

Tutt'

Tutt' i colori de' quali ho parlato ora sono naturali, e dipendono unicamente dalle proprietà della luce; ma ve n'ha altri, i quali mi sembrano accidentali, e che dipendono non meno dal nostro organo, che dall'azion della luce. Allorchè l'occhio è battuto o stretto, veggonsi de' colori in mezzo all' oscurità, ed anche veggonsi dei colori quando quest' organo è mal disposto, o affaticato. Questo è quel genere di colori ch' io ho creduto dover chiamare *colori accidentali* per distinguerli dai colori naturali, e perchè realmente non compajono se non quando l' organo è sforzato, o è stato troppo fortemente scosso.

Prima del Dott. Jurin (1) non v'è chi abbia fatta la menoma osservazione su questo genere di colori, i quali per altro per molti rapporti appartengono ai colori naturali, ed io, che ho scoperto una serie di fenomeni singolari su questa materia sono per riferirli più succintamente che mi sarà possibile.

Allorchè guardasi fisso, ed a lungo una mac-

(1) Saggio, *Upon distinct and indistinct vision*, *pag.* 115., delle note sull' Ottica di Smith, *Tom. II.* stampato a Cambridge nel 1738.

macchia, od una figura rossa su d'un fondo bianco, come sarebbe un piccolo quadrato di carta rossa su d'un foglio bianco, vedesi nascere all'intorno del piccolo quadrato rosso una specie di corona d'un verde debole; e se cessando dal mirare il quadrato rosso, portasi l'occhio sul foglio bianco, vedesi distintamente un quadrato d'un verde dilicato, tirante alquanto all'azzurro, e quest' apparenza sussiste per più o meno di tempo, secondo che più o meno forte è stata l'impressione del color rosso. La grandezza del quadrato verde immaginario è la stessa di quella del quadrato reale rosso, e questo verde non isparisce se non dopo che l'occhio si è rassodato, e diretto successivamente su parecchj altri oggetti, l'immagini de' quali distruggono la troppo forte impressione cagionata dal rosso.

Mirando fissamente e per lungo tempo una macchia gialla su d'un fondo bianco, scorgesi nascere all' intorno della macchia una corona d'azzurro sbiadato, e col lasciar di guardare la macchia gialla, e portando l' occhio in un'altra parte del fondo bianco, vedesi distintamente una macchia azzurra della stessa figura, e della stessa grandezza che la macchia gialla, e questa apparenza dura almeno tanto, quanto l'apparenza del verde prodotta dal rosso. Dopo aver fatto io stesso questa sperienza, e dopo averla fatta ripetere da altri, gli occhj de' quali era-

no

no migliori, e più resistenti che i miei, m' è sembrato che l'impressione del giallo fosse ancora più forte di quella del rosso, e che il color cilestro ch' essa produce si cancellasse più difficilmente, e durasse più a lungo che il color verde prodotto dal rosso; lo che sembra provare, come Nevvton ha supposto, che il giallo fra tutt'i colori è quello che stanca più i nostri occhj.

Se guardisi fissamente e per lungo tempo una macchia verde su d'un fondo bianco, vedesi nascere all'intorno della macchia verde un color biancastro appena colorito d'una piccola tinta di porpora; ma cessando di mirare la macchia verde, e dirigendo l'occhio in un'altra parte del fondo bianco, vedesi distintamente una macchia di color porporino dilavato, simile a quello d'un'amatista pallida; ed una tale apparenza è più debole, ed alquanto meno durevole di quella de' colori azzurri, e verdi prodotti dal giallo, e dal rosso.

Egualmente mirando fiso, e per lungo tempo una macchia azzurra su d'un fondo bianco, vedesi nascere all'intorno della macchia azzurra una corona biancastra alquanto tinta di rosso, e cessando di guardare la macchia azzurra, e dirigendo l'occhio al fondo bianco, scorgesi una macchia d'un rosso dilavato, sempre della stessa figura, e grandezza della macchia azzurra, e codesta apparenza non dura più a lungo che l'ap-

parenza porporina prodotta dalla macchia verde.

Mirando parimenti con attenzione una macchia nera su d'un fondo bianco, all' intorno della macchia nera vedesi apparire una corona di un bianco vivo, e cessando di guardare la macchia nera, e dirigendo l'occhio in un'altra parte del fondo bianco, vedesi la figura della macchia esattamente delineata, e d'un bianco molto più vivo che quello del fondo; questo bianco non è smontato, ma è un bianco lucido, simile al bianco del primo ordine delle anella colorate descritte da Nevvton; ed all'opposto se mirasi per lungo tempo una macchia bianca su d'un fondo nero, scorgesi la macchia bianca scolorarsi, e dirigendo l'occhio in un'altra parte del fondo nero, vi si vede una macchia d'un nero più vivo che quello del fondo.

Eccoci dunque una serie di colori accidentali, la quale ha de' rapporti colla serie de' colori naturali; il rosso naturale produce il verde accidentale, il giallo produce l'azzurro, il verde produce il porporino, l'azzurro produce il rosso, il nero produce il bianco, e il bianco produce il nero. Questi colori accidentali non esistono se non nell'organo stanco, poichè un'altr'occhio non li vede; essi hanno eziandio un'apparenza che li distingue dai colori naturali, ed è ch'essi sono delicati, lucidi, e sembrano esistere a

di-

diverse distanze, secondo che ad oggetti vicini, o lontani si riferiscono.

Tutte queste sperienze sono state fatte su colori sbiadati, con pezzi di carta, o di stoffe colorite, ma riescono anche meglio allorchè si fanno sopra colori lucidi, come con oro lucido e levigato invece della carta, o stoffa gialla con argento lucido in cambio di carta bianca, con lapislazzolo in cambio di carta azzurra ec., poichè l'impressione di codesti colori lucidi è più viva, e dura assai più a lungo.

Ognun sa che dopo aver mirato il Sole, l'immagine colorata di quell'astro portasi, qualche volta per molto tempo, sopra tutti gli oggetti, perchè la luce troppo viva del Sole produce in un istante ciò che la luce ordinaria de' corpi non produce che in un minuto o due d'attenzione fissa dell'occhio su i colori. Codeste immagini colorite del Sole, che l'occhio abbagliato, e troppo fortemente scosso porta dappertutto, sono colori dello stesso genere di quei che abbiamo ora descritti, e la spiegazione delle loro apparenze dipende dalla medesima teoria.

Io non m'impegnerò a dar qui le idee che mi sono nate a questo proposito, poichè quantunque sicuro delle mie sperienze, non sono ancora certo abbastanza delle conseguenze che dedurre se ne possono, per ardire d'arrischiare proposizioni sulla teoria di questi colori, e quindi mi contenterò di ri-

ferire altre Osservazioni in conferma delle Sperienze precedenti, le quali senza dubbio serviranno a rischiarare questa materia.

Guardando fiso, e per assai lungo tempo un quadrato di rosso vivo su d'un fondo bianco, scorgesi tosto apparire la piccola corona di verde delicato, di cui poc'anzi ho parlato: continuando in seguito a mirar fiso il quadrato rosso, vedesi il mezzo del quadrato scolorarsi, caricarsi di colore i lati, e formarsi come un quadro d'un rosso più forte, e molto più carico che il mezzo; dipoi allontanandosi alquanto, e continuando a mirar sempre fiso, vedesi il quadrato di rosso carico dividersi in due nei quattro lati, e formare una croce di rosso parimenti carico; il quadrato rosso allora sembra come una finestra attraversata da un grosso telajo, e quattro assicelle bianche, poichè il quadrato di questa specie di finestra è d'un rosso tanto forte, quanto il telajo; proseguendo sempre a mirare con ostinatezza, codest'apparenza cangia ancora, e tutto riducesi ad un rettangolo d'un rosso sì carico, sì forte, e sì vivo, che abbaglia interamente gli occhj. Questo rettangolo è della medesima altezza che il quadrato, ma non ha la sesta parte della sua larghezza: questo è il sommo grado di fatica a cui l'occhio può reggere; ed allorchè finalmente l'occhio rimovesi da quest'oggetto, e volgesi ad un'altra parte del fondo bianco, invece del

qua-

quadrato rosso reale, vedesi l' immagine del rettangolo rosso immaginario esattamente delineata, e d' un color verde lucido; ed una tale impressione sussiste per assai lungo tempo, non si scolora che a poco a poco, e rimane nell' occhio anche dopo d' averlo chiuso. Quanto dissi del quadrato rosso succede altresì quando mirasi per lunghissimo tempo un quadrato giallo o nero, o di qualsivoglia altro colore; vedesi egualmente il quadrato giallo o nero, la croce ed il rettangolo, e l' impressione che rimane è un rettangolo azzurro se si è mirato il giallo, un rettangolo bianco lucido se si è guardato un quadrato nero ec.

Feci fare le sperienze ora riferite a parecchie persone, le quali hanno veduto i medesimi colori, le medesime apparenze. Un mio amico in questa occasione m' assicurò, che avendo un giorno mirato da un piccolo foro un' ecclissi di Sole, aveva per più di tre settimane portato l' immagine colorata di quell' astro sopra tutti gli oggetti; che quando fissava gli occhj su di un giallo lucido, come qualche cornice dorata, vedeva una macchia porporina; e sull' azzurro come su d' un tetto d' ardesia, una macchia verde. Io stesso sovente mirato avendo il Sole vidi i medesimi colori; ma siccome temeva di pregiudicare agli occhj fissandoli in quell' astro, ho anzi voluto continuare le mie sperienze sulle stoffe colorate, ed ho ritrovato che realmen-

mente i colori accidentali cangiano mischiandosi coi colori naturali, e ch' essi seguono le stesse regole riguardo alle apparenze; poichè allorquando il color verde accidentale prodotto dal rosso naturale cade su d'un fondo rosso lucido, esso color verde diventa giallo, e se il colore accidentale azzurro prodotto dal giallo vivo cade su d'un fondo giallo, esso diventa verde; talmente che i colori che risultano dal mescuglio di codesti colori accidentali coi colori naturali, seguono le stesse regole, ed hanno le medesime apparenze che i colori naturali nella loro composizione, e nella loro mescolanza con altri colori naturali.

Queste osservazioni potrebbono essere di qualche vantaggio per la cognizione delle malattie degli occhj, le quali probabilmente derivano da grandi scosse cagionate dalla impressione troppo viva della luce; una delle quali malattie è il vedersi sempre avanti agli occhj delle macchie colorate, de' cerchj bianchi, o delle punte nere, come mosche che svolazzino. Ho inteso parecchie persone lagnarsi di questa specie d'incomodo, ed ho letto in qualche autore di medicina che la gotta-serena è sempre preceduta da queste punte nere. Io non so se la loro opinione sia fondata sull' esperienza, poichè ho provato io stesso un tale incomodo; ho veduto per più di tre mesi delle punte nere in quantità così grande da esserne assai inquieto;

ave-

aveva verisimilmente affaticati gli occhj nel fare, e ripetere troppo spesso le sperienze precedenti, e nel mirare qualche volta il Sole, imperciocchè le punte nere comparvero contemporaneamente, quando prima in vita mia non ne aveva veduto; alla fine però m'incomodarono siffattamente, massime nel mirar a pieno giorno oggetti molto illuminati, ch'era forzato di rimuoverne gli occhj; il giallo principalmente m'era insoffribile; e fui obbligato a cangiare le cortine gialle ch'erano nella camera ove abitava, sostituendone delle verdi; mi sono guardato dal mirare tutti i colori troppo forti, e tutti gli oggetti lucidi, e a poco a poco il numero de' punti neri si è diminuito, cosicchè al presente non me ne sento incomodato. Ciò che mi ha convinto che i detti punti neri derivassero dalla troppo forte impressione della luce si è, che dopo d'avere mirato il Sole ho sempre veduto un'immagine colorata, cui ora più ora meno a lungo scorgeva su tutti gli oggetti: e seguendo con attenzione le differenti gradazioni di codest'immagine colorata, riconobbi ch'essa scoloravasi a poco a poco, e che alla fine non osservava sugli oggetti se non una macchia nera da principio molto grande, che diminuivasi in seguito insensibilmente, e riducevasi alla fine ad un punto nero.

In quest' occasione sono per riferire un fatto molto osservabile, ed è ch'io non era

mai

mai tanto incomodato dai punti neri, che quando il cielo trovavasi coperto di nubi bianche: giorni di quella sorte m' affaticavano molto più che la luce d' un ciel sereno, e ciò perchè realmente la quantità di luce riflessa da un cielo coperto di nubi bianche è molto maggiore che la quantità di luce riflessa dall' aria pura; e perchè, toltone gli oggetti illuminati immediatamente dai raggi del Sole, tutti gli altri oggetti, che sono nell' ombra, trovansi molto meno illuminati di quelli che rischiarati vengono dalla luce riflessa da un cielo coperto di nubi bianche.

Prima di por fine a questa Memoria, io credo di dover accennare anche un fatto che sembrerà forse straordinario, ma che non è però meno certo, ed io stupisco che non sia stato osservato. Le ombre de' corpi, le quali per loro essenza esser debbono nere, poichè altro esse non sono che la privazion della luce, le ombre dissi, sono sempre colorite tanto al levare, quanto al tramontare del Sole: osservai durante la state dell' anno 1743. più di trenta volte l' aurora, ed altrettante il tramontare del Sole, e tutte le ombre che cadevano sopra il bianco erano qualche volta verdi, ma più spesso azzurre e d' un azzurro lento vivo quanto il più bel blù. Mostrai un tal fenomeno a parecchie persone, le quali meco stupironsi: la stagione niente v' influisce, giacchè non sono

oc-

otto giorni (15. Novembre 1743.) ch' io ho veduto delle ombre azzurre, e chiunque vorrà darsi la briga di guardare l'ombra d' uno de' proprj diti allo spuntare, ed al tramontare del Sole, su d'un pezzo di carta bianca, vedrà com' io ho veduto quest' ombra azzurra. Io non so che verun Astronomo, o Fisico, e che alcun' altro abbia parlato d'un tale fenomeno, ed ho creduto che in grazia della novità mi si permetterebbe di riferire in compendio questa osservazione.

Nel mese di Luglio del 1743., tempo in cui io era occupato dietro a' miei colori accidentali, e cercava di veder il Sole, alla luce del quale l'occhio regge meglio quando tramonta, che in altr' ora del giorno, per riconoscere in seguito i colori, e le mutazioni cagionate da questa impressione, osservai che le ombre degli alberi, le quali cadevano su d'una muraglia bianca, erano verdi: io ritrovavami in un luogo alto, ed il Sole tramontava in un seno di monti, talchè sembravami molto abbassato al disotto del mio orizzonte; il cielo era sereno, dall' occidente in fuori, il quale, quantunque sgombro di nubi, era carico d'un velo trasparente di vapori giallo-rossastri; il Sole stesso era assai rosso, e la sua grandezza apparente almeno quattro volte maggiore di quella ch'è al mezzo giorno; osservai dunque distintissimamente le ombre degli alberi, ch'

ch' erano alla distanza di 20 o 30. piedi dal muro bianco, tinte d' un verde dilicato, tirante alquanto al cilestro; l' ombra d' un pergolato distante 3. piedi dal muro, era perfettamente delineata sul muro, come se fosse stata recentemente dipinta col verde rame: una tale apparenza durò 5. minuti incirca, dopo di che il colore s' indebolì colla luce del Sole, e non disparve interamente se non colle ombre. All' indomani allo spuntar del Sole andai a vedere altre ombre su di un muro bianco; invece di trovarle verdi, come io m' aspettava, le trovai azzurre o piuttosto del color dell' indaco più vivo: il cielo era sereno, e non eravi che a Levante un piccolo velo di vapori giallastri; il Sole spuntava da una collina in maniera che sembravami innalzato al di sopra del mio orizzonte, e le ombre cilestre non durarono che 3. minuti, dopo il qual tempo mi sembrarono nere; nello stesso giorno al tramontare del Sole tornai a vedere le ombre verdi come le aveva vedute il giorno innanzi. Passarono in seguito sei giorni senza che potessi osservare le ombre al tramontare del Sole per essere sempre tutto coperto di nubi; il settimo giorno al tramontare del Sole vidi che le ombre non erano più verdi, ma tinte d' un bell'azzurro, osservai che i vapori non erano molto abbondanti, e che il Sole essendosi ne' sette giorni avanzato tramontava dietro un monte, che lo faceva

spa-

sparire prima che potesse abbassarsi al disotto del mio orizzonte. Dopo quel tempo io ho spessissimo osservato le ombre tanto allo spuntare, quanto al tramontare del Sole, e non le vidi mai se non cilestre, qualche volta d'un azzurro assai vivo, e qualche volta d'un azzurro pallido, e d'un azzurro carico, costantemente però cilestre.

Questa Memoria è stata stampata con quella dell' Accademia Reale delle Scienze dell' anno 1743. Eccovi ciò che stimo dover aggiugnere al giorno d'oggi (anno 1773.).

Alcune osservazioni più frequenti m' hanno fatto conoscere che le ombre non appariscono mai verdi allo spuntare, o al tramontare del Sole, se non quando l'orizzonte è carico di molti vapori rossi; in ogni altro caso le ombre sono sempre azzurre, e tanto più, quanto più sereno è il cielo. Questo colore azzurro delle ombre altro non è che il colore stesso dell'aria, ed io non so per qual motivo alcuni Fisici abbiano definita l'aria un fluido *invisibile* (*), *senz' odore, e sapore*, poich' egli è certo che l'azzurro celeste non è altro che il colore dell'aria; che per certo abbisogna una grande spessezza d'aria, perchè il nostr' occhio distin-

(*) Dizionario di Chimica, *articolo dell' Aria*.

stingua il calore di questo elemento, ma che tuttavia allorchè miransi da lontano oggetti oscuri, esse veggonsi più o meno azzurre. Questa osservazione che i Fisici non avevano fatta sulle ombre, e sugli oggetti oscuri mirati da lontano, non è stata trascurata da' bravi Pittori, e deve di fatti servir di base al colore degli oggetti lontani i quali tutti avranno una tinta azzurriccia tanto più sensibile, quanto più si supporranno lontani dal punto di vista.

Mi si potrà chiedere, come questo colore azzurro che non è sensibile al nostr' occhio se non quando v'è una grandissima spessezza d'aria, tuttavia allo spuntare, ed al tramontare del Sole osservisi così bene alla distanza d'alcuni piedi? Com'è possibile che questo colore dell'aria che appena è sensibile alla distanza di dieci mille tese, possa dare all'ombra nera d'un pergolato lontano dalla muraglia bianca niente più di tre piedi un colore del più bell'azzurro? dalla soluzione di questa questione dipende appunto la spiegazione del fenomeno. Egli è certo che la piccola spessezza d'aria, la quale non è che di tre piedi tra il pergolato ed il muro, non può comunicare al color nero dell'ombra una tinta così forte d'azzurro; perchè se ciò fosse vedrebbonsi nel mezzo dì, ed in tutti gli altri tempi del giorno le ombre cilestre, come veggonsi allo spuntare, ed al tramontare del Sole. Dunque quest'apparenza non di-

dipende soltanto, anzi quasi niente dipende dalla spessezza dell' aria fra l' oggetto e l' ombra. E' necessario però considerare che allo spuntare ed al tramontare del Sole, la luce di quell' astro, debole essendo nella superficie della Terra, quanto può esserlo per la massima obliquità di esso, le ombre sono meno dense, cioè meno nere nella stessa proporzione; e nel tempo stesso la Terra non essendo più illuminata se non da codesta luce debole del Sole, la quale ne rade soltanto la superficie, la massa dell' aria, ch' è più alta, e riceve eziandio per conseguenza meno obliquamente la luce del Sole, ci tramanda questa luce, e ci illumina allora tanto, e forse più che il Sole. Ora quest' aria pura ed azzurra non può illuminarci se non col tramandarci una gran quantità di raggi del suo stesso colore azzurro, ed allorchè questi raggi azzurri che l' aria riflette, cadranno sopra oggetti privi d'ogn' altro colore, come le ombre, essi le comunicheranno una più o meno forte tinta d' azzurro, secondo che sarà minore la luce diretta del Sole, e maggiore la riflessa dell' atmosfera. Potrei aggiugnere parecchie altre cose, le quali ci condurebbero alla spiegazione del fenomeno, ma penso che quanto detto finora sia bastante, perchè i begl' ingegni l' intendano, e ne rimangano soddisfatti.

Io credo di dover accennar qui alcuni fatti osservati dal Sig. Abbate Millot che fu De-

Decano e gran Vicario di Lione, ch'ebbe la bontà di comunicarmeli con sue lettere de' 18. Agosto 1754., e Febbrajo 1755., delle quali ne porgo l'estratto. „ Non solamente „ allo spuntare, ed al tramontare del Sole co- „ loransi le ombre: a mezzo giorno, coperto „ essendo di nubi il cielo, trattone qualche „ parte di esso, dirimpetto a una di quelle „ aperture che le nubi lascian fra loro, feci „ cadere delle ombre d'un assai bell'azzurro „ su della carta bianca, in lontananza d'al- „ cuni passi da una finestra. Unite essendosi „ le nubi, l'azzurro disparve. Aggiugnerò „ di passaggio che più d'una volta ho vedu- „ to l'azzurro del cielo dipingersi come in „ uno specchio su d'un muro ove la luce „ cadeva obbliquamente. Sonovi ancora al- „ tre osservazioni a mio giudizio più inte- „ ressanti, ma prima di farne il novero mi „ trovo obbligato ad abbozzare la topogra- „ fia della mia camera: essa è al terzo pia- „ no; ha la finestra in vicinanza d'un an- „ golo ad occidente, la porta quasi dirim- „ petto. Codesta porta mette in una galle- „ ria, in fine della quale alla distanza di „ due passi v'è una finestra situata a mezzo „ giorno. Le luci delle due finestre s'uni- „ scono, restando aperta la porta di contro „ a uno de' muri; ed è appunto in quel si- „ to ch'io ho veduto delle ombre colorite „ quasi in tutte le ore, ma principalmente „ verso le dieci della mattina. I raggi del

„ So-

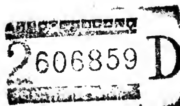
„ Sole ancora obliquamente ricevuti dalla „ finestra della galleria , non cadono per „ mezzo di quella della camera, sul muro „ poch' anzi accennato. Colloco in distanza „ di qualche pollice dal detto muro delle „ sedie di legno a spalliera traforata. Le „ ombre allora sono di colore qualche volta „ vivissimo; ed io ne ho veduto alcune, „ che quantunque delineate dalla stessa parte „ erano l'una d'un verde carico, l'altra „ d'un bel blù. Quando la luce impiegasi „ in maniera che le ombre siano egualmen- „ te sensibili dall'una parte, e dall'altra, „ quella che è opposta alla finestra della ca- „ mera è o azzurra, o violetta; l'altra ora „ verde, ora giallastra. Questa è accompa- „ gnata d'una specie di penombra ben colo- „ rita, che forma come una doppia cornice „ azzurra dall'una parte, dall'altra verde, „ o rossa, o gialla, secondo l'intensità del- „ la luce. S'io chiudo le imposte della mia „ finestra, i colori di codesta penombra so- „ vente hanno maggiore lucidezza, e scom- „ pariscono, se chiudo la porta per metà. „ Devo aggiugnere che il fenomeno non è „ poi così sensibile nell'inverno. La mia fi- „ nestra è all'occidente d'estate, ed io feci „ le mie prime sperienze in questa stagione, „ in tempo in cui i raggi del Sole cadevano „ obliquamente sul muro che fa angolo con „ quello, in cui le ombre coloravansi.

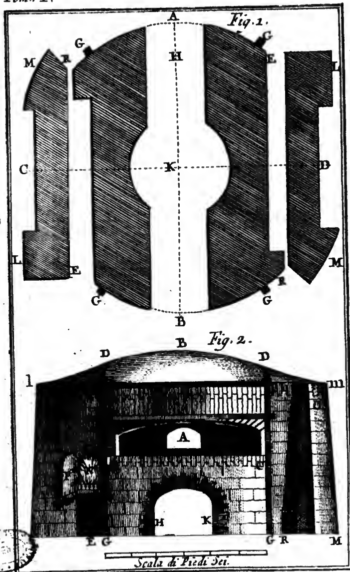
Da queste osservazioni del Sig. Abbate

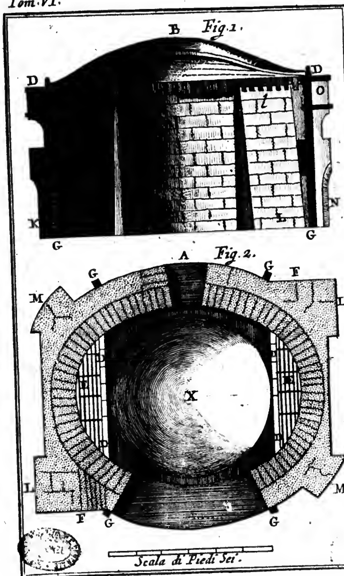
Mil-

Millot ſcorgeſi che baſta che la luce del Sole cada aſſai obliquamente ſu d' una ſuperficie, perchè l'azzurro del cielo, la di cui luce cade ſempre direttamente vi ſi dipinga, e colorifca le ombre. Ma le altre apparenze da lui accennate dipendono unicamente dalla poſizione de' luoghi: e da altre circoſtanze acceſſorie.

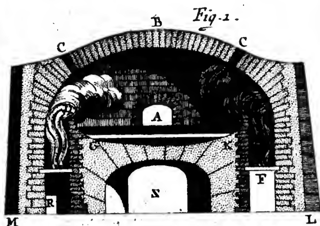
IL FINE.

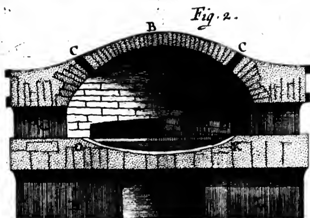

2606859 D


Fig. 1.
A
G
H
G
M
R
E
L
C
K
D
L
E
M
G
R
G
B
Fig. 2.
B
D
D
l
m
A
H
K
E G
G R
M
Scala di Piedi Sei.


Fig. 1.
B
D
D
O
l
K
N
L
G
G
Fig. 2.
A
G
G
F
M
L
X
L
M
F
G
G
Scala di Piedi Sei.

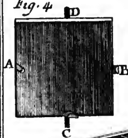
Digitized by Google

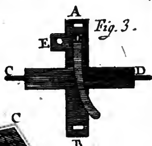


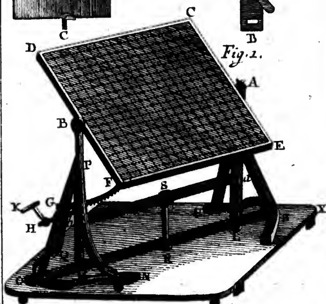


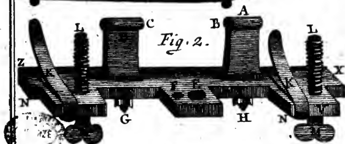

FIRENZE

Scala di Piedi Sei.


Fig. 4
D
A
B
C

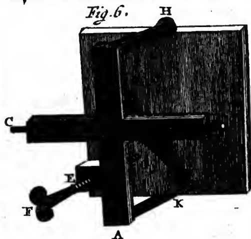

A
Fig. 3.
E
C
D
B

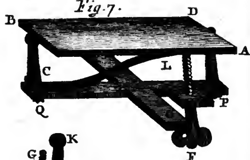

C
D
Fig. 1.
A
B
E
P
F
S
K
G
H
X
R

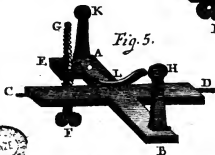

A
C
B
L
L
Fig. 2.
Z
X
N
N
G
H
M

Digitized by Google

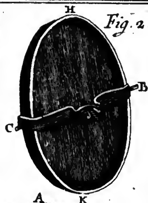
Digitized by Google

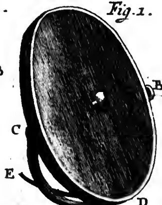


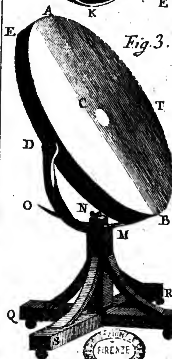




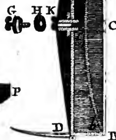

FIRENZE











FIRENZE

Digitized by Google

Fig. 3.



Fig 4



Fig. 1.

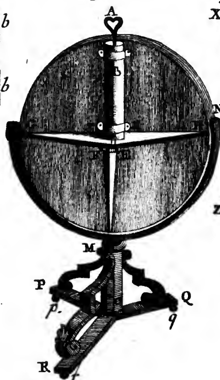
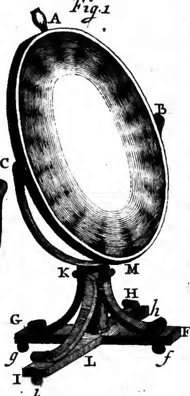


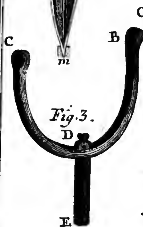
Fig. 2.



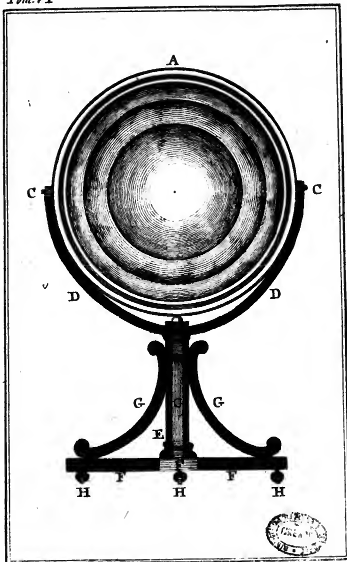


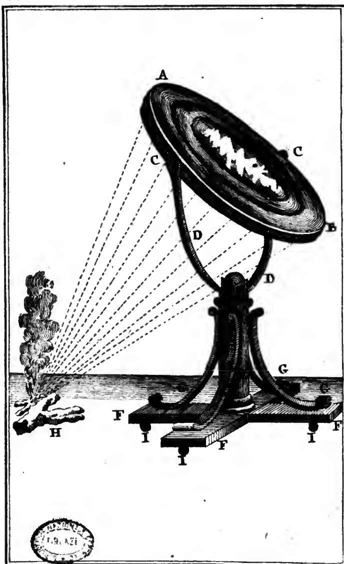







FIRENZE


A
C
C
D
D
G
G
G
E
F
F
F
H
H
H


A
C
C
B
D
D
G
G
F
F
F
H
I
I
I





6

Digitized by Google



B.N.C.F.
FIRENZE

